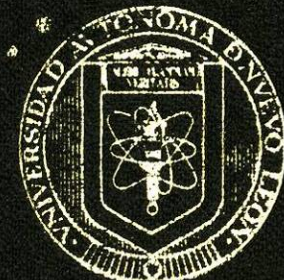


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



ANALISIS DE CRECIMIENTO EN TRES GENOTIPOS  
DE HABITO DE CRECIMIENTO SEMIDETERMINADO  
DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.), CRECIENDO EN  
MACETAS EN LA ZONA DE MARIN, N. L.  
CICLO OTOÑO - INVIERNO 1980

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
ING. AGRONOMO FITOTECNISTA  
PRESENTAN

PORFIRIO MANUEL DIAZ ALTAMIRANO  
FULGENCIO GOMEZ RODRIGUEZ  
JUAN PEDRO ESCALERA AMARO

MONTERREY, N. L.

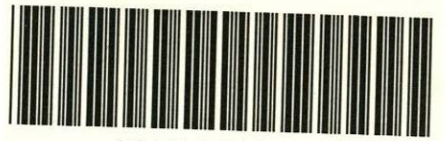
MAYO 1982

T

SB327

D5

c.1



1080061787

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

ANALISIS DE CRECIMIENTO EN TRES GENOTIPOS  
DE HABITO DE CRECIMIENTO SEMIDETERMINADO  
DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.), CRE- -  
CIENDO EN MACETAS EN LA ZONA DE MARIN, N.L.  
CICLO OTOÑO-INVIERNO 1980

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

ING. AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTAN

PORFIRIO MANUEL DIAZ ALTAMIRANO

FULGENCIO GOMEZ RODRIGUEZ

JUAN PEDRO ESCALERA AMARO

MONTERREY, N.L.

MAYO 1982

F  
SB327  
D5



## DEDICATORIA

A NUESTROS PADRES:

Sr. Manuel Díaz Moreno  
Sra. Enedina Altamirano de Díaz

Sr. Hermelindo Gómez Mendoza  
Sra. Pascuala Rodríguez de Gómez

Sr. Serapio Escalera de León  
Sra. Ma. Cleofas Amaro de Escalera.

Con cariño y gratitud, por el apoyo  
que siempre nos brindaron para lle-  
gar a la culminación de nuestra ca-  
rrera.

A NUESTROS HERMANOS  
Con el cariño de siempre.

A NUESTROS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

## AGRADECIMIENTO

Manifestamos nuestro más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

A los compañeros Remigio T. González Villarreal, José Luis Javier Guzmán Rodríguez, Esteban Bazurto Reyes y Margarito Ceja Alemán, por su ayuda prestada durante la toma de datos.

Al Ing. Agr. M.C. Gilberto E. Salinas García por la revisión del escrito.

Muy en especial a nuestro asesor, Ing. Agr. M.C. Cesareo - Guzmán Flores por sus consejos y su atinada asesoría durante el desarrollo de este trabajo.

Este trabajo forma parte del programa de mejoramiento de maíz, frijol y sorgo de la F.A.U.A.N.L. para las zonas bajas del estado de Nuevo León.



# I N D I C E

Pág.

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

### RESUMEN

INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	2
Distribución e importancia .....	2
Origen .....	2
Taxonomía .....	3
Características botánicas .....	3
Raíz .....	3
Tallo .....	4
Desarrollo de ramas axilares y complejos axilares .....	5
Hojas .....	5
Inflorescencias .....	6
Flor .....	6
Fruto .....	7
Semilla .....	8
Aspectos Morfoagronómicos .....	8
Fecundación .....	8
Hábito de crecimiento .....	8
Exigencias ecológicas .....	9
Precipitación .....	9
Temperatura .....	10
Suelo .....	10

	<u>Pág.</u>
Análisis de Crecimiento .....	11
El crecimiento vegetal .....	11
Análisis del crecimiento del frijol .....	15
Componentes fisiológicos del rendimiento bioló gico .....	16
Componentes morfológicos del rendimiento econó mico .....	17
Algunos estimadores fisiológicos del crecimiento .....	19
Tasa de asimilación neta .....	19
Tasa relativa de crecimiento .....	20
Estimadores morfológicos del crecimiento .....	21
Número de nudos y longitud de los entrenudos del - tallo principal .....	21
Area foliar .....	22
Producción de flores .....	23
Producción de frutos .....	25
Producción de ramas .....	26
MATERIALES Y METODOS .....	28
Localidad .....	28
Genotipos bajo estudio .....	28
Características de los genotipos .....	29
Diseño del experimento .....	30
Sustrato utilizado para la siembra .....	31
Siembra .....	31
Riego .....	31

	<u>Pág.</u>
Fertilización .....	32
Control de plagas y enfermedades .....	32
Cuantificación de las variables .....	33
Método de lecturas .....	33
Variables morfológicas .....	33
Longitud del tallo principal .....	33
Número de nudos del tallo principal .....	33
Longitud del tallo de ramas .....	34
Nudos del tallo de ramas .....	34
Longitud total .....	34
Total de nudos .....	34
Posición de las vainas.....	34
Longitud de las vainas.....	34
Método de muestreos .....	34
Variables morfológicas .....	35
Area foliar .....	35
Variables fisiológicas .....	36
Peso fresco del tallo .....	36
Peso fresco de las hojas .....	36
Peso fresco de los órganos reproductivos .....	36
Peso fresco total .....	36
Peso seco .....	36
Tasa relativa de crecimiento (T.R.C.) .....	36
Tasa de asimilación neta (T.A.N.) .....	37

	<u>Pág.</u>
RESULTADOS Y DISCUSION .....	38
Variables morfológicas .....	39
Crecimiento longitudinal del tallo .....	39
Tasa relativa de crecimiento (T.R.C.) en longi tud del tallo .....	44
Número total de nudos .....	48
Tasa relativa de crecimiento (T.R.C.) del núme ro de nudos .....	50
Area foliar .....	52
Tasa relativa de crecimiento (T.R.C.) del área foliar .....	54
Distribución del área foliar .....	56
Organos reproductivos .....	59
Estructura general de los diferentes genotipos ...	65
Variables fisiológicas .....	65
Peso fresco .....	65
Tasa de asimilación neta (T.A.N.) .....	68
Producción de materia seca .....	71
Tasa relativa de crecimiento (T.R.C.) del peso seco .....	73
Distribución del peso seco .....	75
Variables ambientales .....	81
DISCUSION GENERAL .....	83
CONCLUSIONES .....	85
RECOMENDACIONES .....	86
BIBLIOGRAFIA .....	87
APENDICE .....	96

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

<u>CUADROS</u>	<u>Pág.</u>
Cuadro 1. Ubicación de los frutos presentes a los 61 -- días de la siembra en el genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4".....	60
Cuadro 2. Idem. "Jamapa" .....	61
Cuadro 3. Idem. "Pinto Americano" .....	61
Cuadro 4. Peso fresco, peso seco y % de humedad en diferentes estados del crecimiento del genotipo "Jamapa" .....	67
Cuadro 5. Idem. "Delicias 71 Selección Benavides No. 4.	67
Cuadro 6. Idem. "Pinto Americano" .....	68
Cuadro 7. Distribución del peso seco (en %) entre los diferentes órganos del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" .....	80
Cuadro 8. Idem. "Jamapa" .....	80
Cuadro 9. Idem. "Pinto Americano" .....	80
<b>CUADROS DEL APENDICE</b>	
Cuadro 1. Valor de la Tasa Relativa de Crecimiento de longitud total (cm/cm/día).....	97
Cuadro 2. Idem. del número de nudos (nudos/nudos/día)..	97
Cuadro 3. Idem. del área foliar (dm <sup>2</sup> /dm <sup>2</sup> /día).....	98
Cuadro 4. Valor de la Tasa de Asimilación Neta (gr/dm <sup>2</sup> /día) .....	98

## CUADROS

	<u>Pág.</u>
Cuadro 5. Valor de la Tasa Relativa de Crecimiento del peso seco total (gr/gr/día).....	99
Cuadro 6. Coeficientes de variación (%) de longitud total (método de lecturas) .....	100
Cuadro 7. Idem. (método de muestreos) .....	100
Cuadro 8. Coeficientes de variación (%) del número de nudos (método de lecturas) .....	101
Cuadro 9. Idem. (método de muestreos) .....	101
Cuadro 10. Coeficientes de variación (%) del área foliar (método de muestreos) .....	102
Cuadro 11. Coeficientes de variación (%) del peso seco..	102

## FIGURAS

Fig. 1 Longitud de los entrenudos del tallo principal - en 9 estados del crecimiento del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4".....	39
Fig. 2 Idem. "Jamapa" .....	39
Fig. 3 Idem. "Pinto Americano" .....	40
Fig. 1A Longitud de los entrenudos de cada una de las ramas, en diferentes estados del crecimiento del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4"	41
Fig. 2A Idem. "Jamapa" .....	41
Fig. 3A Idem. "Pinto Americano" .....	41
Fig. 4 Crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo	

FIGURAS

Pág.

	de ramas) del genotipo "Delicias 71 Selección Be navides No. 4" .....	42
Fig. 5	Idem. "Jamapa" .....	43
Fig. 6	Idem. "Pinto Americano" .....	43
Fig. 7	Curvas representantes de las tasas relativas de crecimiento de la longitud total de los tres ge- notipos bajo estudio .....	45
Fig. 8	Crecimiento en longitud del tallo principal, ta- llo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Delicias 71 Selección Be navides No. 4" utilizando el método de "mues- treeo" .....	46
Fig. 9	Idem. "Jamapa" .....	47
Fig. 10	Idem. "Pinto Americano" .....	47
Fig. 11	Producción de nudos del tallo principal, del ta- llo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Delicias 71 Selección Be navides No. 4" .....	49
Fig. 12	Idem. "Jamapa" .....	49
Fig. 13	Idem. "Pinto Americano" .....	50
Fig. 14	Curvas representantes de las tasas relativas de crecimiento del número de nudos de los genotipos bajo estudio .....	51
Fig. 15	Curvas que representan el área foliar funcional de los genotipos bajo estudio .....	53

FIGURAS

Pág.

Fig. 16	Curvas representantes de las tasas relativas de crecimiento del área foliar de los genotipos bajo estudio.....	55
Fig. 17	Distribución del área foliar en los diferentes nudos del tallo principal en cuatro estados de crecimiento del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" .....	57
Fig. 18	Idem. "Jamapa" .....	58
Fig. 19	Idem. "Pinto Americano" .....	58
Fig. 20	Número de vainas presentes al momento del muestreo en cada uno de los genotipos bajo estudio..	60
Fig. 21A	Longitud de las vainas presentes en dos estados del crecimiento del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" .....	63
Fig. 21B	Longitud de las vainas presentes en dos estados del crecimiento del genotipo "Jamapa" .....	63
Fig. 21C	Longitud de las vainas presentes en tres estados del crecimiento del genotipo "Pinto Americano"..	64
Fig. 22	Estructura caular de los tres genotipos bajo estudio .....	66
Fig. 23	Curvas que representan las tasas de asimilación neta de cada uno de los genotipos bajo estudio..	70
Fig. 24	Peso seco total de cada uno de los genotipos bajo estudio .....	72
Fig. 25	Curvas que nos representan las tasas relativas de crecimiento del peso seco total de los genoti	



<u>FIGURAS</u>	<u>Pág.</u>
pos bajo estudio.....	74
Fig. 26 Curvas de crecimiento del peso seco total y del - peso seco de los diferentes órganos del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4".....	77
Fig. 27 Idem. "Jamapa" .....	78
Fig. 28 Idem. "Pinto Americano" .....	79
Fig. 29 Precipitación, temperatura máxima, media y mínima prevalcientes durante el estudio .....	82

## RESUMEN

El presente trabajo se hizo con el objetivo de iniciar estudios sobre el crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo las condiciones de Marín, N. L.

Se estudiaron los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides No. 4"; "Jamapa" y "Pinto Americano", teniendo en común el hábito de crecimiento semideterminado.

La siembra se hizo en macetas cuyo sustrato era tierra de hoja (5/10), estiércol de vaca (3/10) y arena (2/10), distribuyéndose las plantas aleatoriamente. La cuantificación de las variables se hizo por observaciones directas sobre las plantas en pie y plantas muestreadas. Se cuantificaron las siguientes variables:

Longitud de los entrenudos y número de nudos del tallo, longitud y posición del fruto; porcentaje de humedad y distribución del peso seco. Se determinaron las tasas relativas de crecimiento (T.R.C.) de los diferentes órganos y la tasa de asimilación neta (T.A.N.).

Entre los resultados sobresalientes podemos mencionar los siguientes:

a) Los genotipos mostraron en general el mismo patrón de crecimiento para los diferentes órganos.

b) La iniciación del crecimiento de las ramas se inició alrededor de los 30 días, poco antes de que se presentaran flores en antesis.

c) Las ramas que salían de los nudos basales (del nudo 2 ó 3 al 5) eran las que alcanzaban mayor desarrollo, siendo por lo tanto las que contribuían en mayor cantidad a la producción de nudos y área foliar.

d) Las tasas de asimilación neta fueron descendentes hasta los 30 días para posteriormente ascender hasta el momento de la floración y enseguida descender. La tendencia anterior también la presentó la T.R.C. del peso seco de cada genotipo.

En general el crecimiento de los tres genotipos se presentó en tres etapas: la primera comprendía el crecimiento del tallo principal, la T.R.C. de peso seco era descendente; la segunda etapa consistía en la brotación de las ramas y su posterior crecimiento, la T.R.C. de peso seco ascendía; y la tercera y última etapa se iniciaba en la floración con su posterior formación de frutos, continuando simultáneamente el crecimiento de los órganos vegetativos, las T.R.C. eran descendentes. - Hubo una inhibición del crecimiento en las plantas a las cuales se les manipulaba para la cuantificación de las variables.

## INTRODUCCION

Como es bien conocido, el frijol es parte de la alimentación básica de nuestro pueblo, por lo que es de primordial importancia efectuar investigaciones tendientes a incrementar la eficiencia productiva de este cultivo.

Si bien es cierto que abundan los estudios sobre Phaseolus vulgaris L., también es cierto que éstos son escasos en las regiones norteñas de nuestro país, en especial los estudios de comportamiento de esta especie bajo las condiciones de dicha región.

En todas las regiones abundan los estudios enfocados a evaluar la adaptación y el rendimiento de las variedades, dichos trabajos tienen como objetivo obtener resultados inmediatos, pero se ha descuidado el estudio de su crecimiento y como se modifica con el medio, lo cual es importante para normar criterios en su manejo y mejoramiento genético.

Por lo anterior, el presente trabajo plantea como objetivo: iniciar estudios sobre el crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) bajo las condiciones de Marín, N. L.

## REVISION DE LITERATURA

### Distribución e importancia del frijol

El frijol (Phaseolus spp) se cultiva en todo el mundo, especialmente en América; comprende muchos cultivares que varían en color y tamaño de semilla; hoy en día constituye la leguminosa principal de nuestro país (Aykroyd y Doughty, 1964).

Todos los frijoles y guisantes comestibles son leguminosas y constituyen una fuente de alimento en todo el mundo, teniendo un contenido de proteína en el grano que varía de 22 a 26% ---- (Weiss y Leverton, 1968).

Las encuestas sobre la alimentación familiar en México tanto en zonas urbanas como en rurales, indican que en el año de 1960 el promedio de ingestión de los diversos grupos era de 42 gr/persona (Aykroyd y Doughty, 1964).

### Origen del frijol

Phaseolus es un género muy amplio, que comprende unas 200 especies, siendo originario de China, India Central y América del Sur (Whyte, Nilson-Leissner y Trumble, 1968).

Existen diferentes opiniones en cuanto al origen del frijol, pero la mayoría coincide en que es originario de México y Centro América.

Wilsie (1966) menciona que Vavilov estableció el origen -- del frijol en el área de México, Guatemala, Honduras y Costa Rica.

Según Bukasov, Mc. Bryde y Sauer, citados por Miranda ---- (1966), indican que el frijol es nativo del área de México-Guatemala.

Las formas silvestres de Phaseolus vulgaris L. se localizan en las partes occidental y sur de México, Guatemala y Honduras a lo largo de una franja de transición ecológica localizada entre 500 y 1800 M.S.N.M. (Miranda, 1967).

En México se han encontrado restos de frijol (Phaseolus vulgaris L.), a los que el carbono radioactivo ha atribuido una antigüedad de 4000 años antes de J.C. ó quizás más (Aykroyd y Doughty, 1964).

#### Taxonomía (según CIAT)

Orden - Rosales

Familia - Leguminosae

Sub-Familia - Papilionoideae

Tribu - Phaseoleae

Sub-Tribu - Phaseolinae

Género - Phaseolus

Especie - vulgaris

#### Características botánicas de "Phaseolus vulgaris L."

Raíz.

La raíz principal se puede distinguir fácilmente por su -- diámetro y posición a continuación del tallo. Sobre ésta y en forma de corona se encuentran las raíces secundarias de diáme--

tro, un poco menor y en número de 3 a 7, las raíces terciarias aparecen lateralmente sobre las raíces secundarias y las cuaternarias sobre las terciarias, con una lupa se puede ver la última subdivisión constituida por los pelos absorbentes, órganos epidérmicos localizados principalmente en las partes jóvenes y que juegan un papel muy importante en la absorción de agua y nutrientes (CIAT).

### Tallo

Es el eje principal sobre el cual están ensartadas las hojas principales y los diversos complejos auxiliares, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos; un nudo es un punto de intersección de una hoja o de un grupo de yemas axilares, el entrenudo es la parte comprendida entre dos nudos. El tallo -- tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, puede ser -- glabro ó con pelos cortos ó largos, ó de ambos tamaños.

En cuanto a pigmentación se pueden encontrar colores derivados de tres colores principales: verde, rosado y morado; al examinar el tallo en orden ascendente para ver los nudos se observa que el primero es el de los cotiledones, la primera parte así definida se le llama "hipocótilo", y el entrenudo que se encuentra entre los cotiledones y las hojas simples se llama "epicótilo".

Para distinguir fácilmente el tallo principal, se puede -- anotar que éste continúa siempre en dirección opuesta a la in-- tersección de las hojas trifoliadas, dejando un espacio entre --

el tallo y el pecíolo donde se colocan las ramas y otras partes del complejo axilar. En la parte terminal del tallo (cuando la planta es de crecimiento determinado) se encuentra una inflorescencia y cuando es de crecimiento indeterminado en la parte terminal se encuentra un meristemo vegetativo que permite que la planta continúe creciendo y formando nudos y entrenudos (CIAT).

Desarrollo de ramas axilares y complejos axilares según CIAT.

En las axilas de las hojas trifoliadas algunas veces se encuentran complejos de tres yemas (complejo axilar) llamado triada. El desarrollo de las triadas puede ser de tres tipos:

- a) Desarrollo completamente vegetativo
- b) Desarrollo floral vegetativo
- c) Desarrollo completamente floral.

El primero ocurre generalmente en la parte baja de la planta (nudo cotiledonal, el de las hojas primarias y en las primeras hojas trifoliadas).

El segundo tipo se encuentra en la parte superior del tallo principal o de las ramas.

El tercero ocurre únicamente en la parte terminal del tallo y de las ramas laterales.

Hojas.

Las hojas son de dos tipos: simples y compuestas, y se intersecan en los nudos del tallo y de las ramas laterales mediante pecíolos (CIAT).



El segundo par de hojas son simples, enteras cordadas ú -- ovadas; pecíolos glabros o ligeramente pubescentes de tamaño variable según la variedad (Miranda, 1966). Generalmente estas hojas caen antes de que la planta esté completamente desarrollada.

Las hojas compuestas o trifoliadas tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis. Existe variación en cuanto al color y pilosidad de éstas y está relacionado con la variedad (CIAT).

#### Inflorescencias

Pueden ser laterales o terminales y se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las bractejas y los botones florales (CIAT). Es un racimo menos largo que las hojas, de 7 a 30 cms. de longitud, con 1-10 entrenudos, en cada nudo nacen dos yemas florales; pedúnculo de 5 a 15 cms. de longitud a veces más largos (Miranda, 1966).

#### Flor

Típica flor papilionácea cuyas características son:

Un pedicelo glabro o subglabro con pelos y en su base una pequeña bractea no persistente.

Cáliz gamosépalo, campanulado con cinco dientes triangulares dispuestos como labios en dos grupos de la siguiente forma: dos en la parte alta completamente soldados y tres más visibles en la parte baja.

La corola es pentámera y papilionácea con tres pétalos no soldados y dos soldados.

Los pétalos difieren morfológicamente, el pétalo más grande situado en la parte superior de la corola se llama estandarte y los dos pétalos laterales reciben el nombre de alas, en la parte inferior se encuentran los dos pétalos restantes unidos por los bordes laterales y formando la quilla (Miranda, 1966, y CIAT).

El androceo está formado por nueve estambres soldados por su base en un tubo y por un estambre libre llamado vexiliar que se encuentra al frente del estandarte (CIAT). El estambre libre tiene en la base del estilo una aleta semicircular (Miranda, 1966).

El gineceo tiene un ovario recto pubescente (Miranda, ---- 1966) súpero y comprimido (CIAT); estilo encurvado con pubescencias subestigmáticas (Miranda 1966), estigma internolateral terminal (CIAT).

#### Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Son generalmente glabras con pelos muy pequeños, a veces la epidermis es cerosa (CIAT).

Las vainas son falcadas o rectas, cilíndricas o más anchas que gruesas, cuando maduran son de color amarillo, café, morado ó pinto. De 4 a 20 centímetros de longitud, al madurar son dehiscentes y pueden abrirse por la sutura dorsal ó ventral. (Mi--

randa, 1966).

### Semilla

Según CIAT, es originada de un óvulo campilótrofo y sus partes son:

La testa o cubierta, que corresponde a la capa secundina del óvulo.

El micrópilo, que es una abertura en la cubierta o corteza de la semilla cerca del hilium; a través de esta abertura se realiza principalmente la absorción de agua.

El hilium ó cicatriz dejada por el funículo el cual conecta a la semilla con la placenta.

### Aspectos Morfoagronómicos

#### Fecundación

Phaseolus vulgaris L. es una planta autógama, su morfología floral favorece la autopolinización debido a la proximidad de las anteras y el estigma al momento de la madurez. En algunas flores se desarrolla un pistilo morfológicamente distinto - cuyo estigma es receptivo cuando la flor está totalmente abierta, éstas pueden sufrir polinización cruzada por abejas u otros insectos (CIAT).

#### Hábito de Crecimiento

El CIAT, define el hábito de crecimiento como la presentación de la planta en el espacio como consecuencia de su creci-

miento.

El mismo CIAT clasifica el hábito de crecimiento en 4 tipos como son:

Tipo I. Hábito de crecimiento determinado arbustivo, donde el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada; cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y de las ramas generalmente se detiene. La altura puede variar de 30 a 50 cms. y los entrenudos de 5 a 10 cms.

Tipo II. Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, con el tallo erecto pero sin aptitud para trepar, ramas laterales numerosas y generalmente cortas; continúan creciendo aún durante la floración aunque a diferente ritmo.

Tipo III. Hábito de crecimiento indeterminado postrado. Las plantas postradas o semi-postradas con un sistema de ramificación axilar bien desarrollado; el tallo principal y las numerosas ramas laterales pueden tener aptitud trepadora en su parte terminal. Generalmente el tallo y algunas ramas laterales se aislan de la cobertura del cultivo después de la floración y se llaman guías.

Tipo IV. Hábito de crecimiento indeterminado trepador. Posee un bajo número de ramas laterales, ramas muy poco desarrolladas a consecuencia de la fuerte dominación apical y la floración persistente durante varias semanas.

### Exigencias Ecológicas

Precipitación

Se desarrolla bien en regiones templadas y tropicales con lluvias abundantes entre los 1000 y 1500 mm. anuales en promedio. Las lluvias excesivas durante la floración pueden provocar caída de flores (Parsons, 1981).

#### Temperatura

Por razón de origen, el frijol es notablemente sensible al frío, la temperatura mínima de germinación es de 10°C. su vegetación no tiene vigor si la temperatura no es arriba de 13°C. - (Parsons, 1981).

La temperatura afecta en gran parte la duración de la época del crecimiento del frijol, las bajas temperaturas alargan la duración del ciclo vegetativo y las altas en un ambiente muy seco dificultan la fructificación. (Institut National De Vulgarisation pour les Fruits, Legumes et Champignons, 1976).

#### Suelo

El frijol prospera bien en suelos fértiles de estructura media, como el franco limoso-arcilloso; los suelos deben ser profundos y bien drenados con un pH entre 5.5 y 6.5. Los suelos pesados son frecuentemente húmedos y fríos y causan el crecimiento lento.

Los suelos con alto contenido de M.O. pueden favorecer el excesivo crecimiento vegetativo de la planta en perjuicio de la producción de semillas o vainas (Parsons, 1981).

## Análisis del Crecimiento

### El Crecimiento Vegetal

El crecimiento no es fácil de definir; comúnmente pensamos en él en función de aumento de peso. Probablemente la mejor manera de definir el crecimiento es como un incremento en la cantidad de protoplasma en un organismo, usualmente acompañado de un incremento irreversible de talla y peso; implicando la división, el agrandamiento y la diferenciación de las células (Gruelach y Adams, 1970).

En tanto que Sívori, Montaldi y Caso (1980), lo definen como el aumento irreversible de volumen de una célula, tejido, -- órgano o individuo, generalmente acompañado de un aumento de masa.

Quizá una definición mas sencilla es la que dan Raven y -- Curtis (1975) en la que definen el crecimiento como un aumento de tamaño irreversible, este aumento puede ser logrado de diferentes maneras; por división celular, por incremento en peso y tamaño sin división celular, o también por absorción de agua.

Por lo tanto basándonos en los conceptos anteriores, el -- crecimiento en forma general podemos definirlo como el incremento en la manifestación de una realidad objetiva: peso, longi---tud, volumen, etc..

En la mayoría de los casos en las células de las plantas - superiores, la división celular precede a la expansión celular (Sívori, Montaldi y Caso, 1980).

El crecimiento celular es una propiedad del protoplasma, - dado que la síntesis del nuevo protoplasma es producto de su ac

tividad. Este aumento de volumen y masa es seguido muchas veces por cambios permanentes en la forma y organización interna de las células, a este proceso se le denomina "diferenciación ulterior", por lo cual pueden obtenerse células que dieron origen al proceso.

El crecimiento vegetal nunca se realiza uniformemente, ni siquiera por unas horas, sino que sufre fluctuaciones que a menudo se presentan a intervalos más o menos regulares, siguiendo un ritmo diario o estacional; depende de varios procesos tales como: la absorción de agua y sales, la fotosíntesis, la respiración, el aumento de protoplasma, la división celular y la formación de órganos, todos ellos interrelacionados, pero que responden a factores ambientales de manera diferente, estos factores pueden ser climáticos como el agua, luz y calor; atmosféricos - como el  $CO_2$ , y sustancias minerales que se encuentran en el suelo (Fogg, 1967). Pero el crecimiento no se determina únicamente por la nutrición y el conjunto de los factores externos antes dichos, sus manifestaciones están bajo dependencia de sustancias funcionales de origen interno que se llaman fitohormonas (Demolon, 1972).

Durante el crecimiento de una planta se producen muchos -- cambios morfogénéticos y fisiológicos, sujetos a un control muy complejo de factores internos y externos. Desde la formación de la cigota hasta la muerte del individuo ocurren cambios cualitativos y cuantitativos que constituyen su desarrollo. Así -

pues para diferenciar entre crecimiento y desarrollo, se define el desarrollo como la serie de cambios cualitativos por los cuales pasa un organismo durante su ciclo ontogénico. En la mayoría de los casos crecimiento y desarrollo se cumplen en forma armónica y paralela; es decir que la planta se desarrolla a medida que crece, cuando ésto ocurre estamos en presencia de un individuo que completa su ciclo ontogénico. Sin embargo no es necesario que ambos procesos mantengan el mismo ritmo (Sivori, Montaldi y Caso, 1980).

Distintos investigadores han realizado intentos para explicar en términos matemáticos el crecimiento de los seres vivos, pero hasta ahora ha sido infructuosa la búsqueda de una ley que permita predecir el tamaño final de un sistema de crecimiento (Sivori, Montaldi y Caso, 1980).

El crecimiento puede ser estudiado por las mediciones de tamaño de una planta o de alguna de sus partes a distintos intervalos de tiempo. Se podrían medir la talla, longitud o ancho de una hoja u otros órganos, o aún más el peso fresco o seco por la colecta periódica de plantas representativas de una población (Salisbury y Parae, 1968).

El aumento de la materia seca, función de la actividad asimiladora, mide la eficiencia de la planta, y por consiguiente, su valor económico. Desde el punto de vista agronómico, la materia seca representa la cosecha por lo que ofrece un interés capital; pero debe observarse que no nos proporciona una expre-



si3n exacta del crecimiento propiamente dicho. Contiene en --- efecto una parte mas o menos importante constituida por las sustancias de reserva elaboradas por la planta y utilizadas por -- ella al comp3s de sus necesidades energ3ticas (Demolon, 1972).

Cuando se sigue el crecimiento de una planta u 3rgano en - *funci3n del tiempo* y se grafican los resultados, se obtiene una gr3fica en forma sigmoide la cual es bastante similar en muchas especies de plantas, que expresa el hecho de que la velocidad - de crecimiento varía sin cesar durante el desarrollo: empieza a crecer, permanece sensiblemente constante durante un tiempo largo y despu3s disminuye (Demolon, 1972).

Se pueden determinar las distintas características de es-- tas tres fases: durante la fase inicial, el aumento se produce en forma exponencial, o sea una progresi3n geom3trica del tipo 1, 2, 4, 8, 16, etc., es decir que ocurre con la m3xima intensidad, no limitado virtualmente por los factores externos; durante esta fase predomina la divisi3n celular. La segunda fase se caracteriza porque a períodos iguales de tiempo corresponden aumentos iguales de crecimiento, sin que importe el tama3o del -- sistema considerado. La 3ltima fase es la de crecimiento desacelerado y en su transcurso el sistema se vuelve cada vez menos efectivo hasta que el crecimiento cesa totalmente (Sívori, Montaldi y Caso, 1980).

Otra manera de encarar el asunto es registrando la tasa de crecimiento, la cual es medida determinando el cambio de tama3o en un intervalo de tiempo; entonces los datos pueden ser grafi-

cados para mostrar la tasa de crecimiento en función del tiempo. Esto proporciona una curva cuya pendiente cae más o menos simétricamente a ambos lados de un pico, lo que demuestra, de nuevo, que la velocidad de crecimiento aumenta y luego disminuye (Salisbury y Parae, 1968).

El tipo de crecimiento que estas dos curvas representan, es característico de las plantas en general, aunque las velocidades y las cantidades finales varían enormemente (Fogg, 1973).

#### Análisis del crecimiento del frijol

Según Kohashi (1979) los trabajos de análisis de crecimiento en el caso del frijol, y que podemos generalizar para el resto de los cultivos, están encaminados a conocer:

a) La dinámica del crecimiento y de los procesos de floración y llenado de grano.

b) Las relaciones entre la morfología y el funcionamiento de la planta de frijol.

c) La eficiencia en el uso de la energía para el cultivo.

El rendimiento puede considerarse como la expresión fenotípica de interés antropocéntrico, y es el resultado final de los procesos fisiológicos que se manifiestan en la morfología de la planta (Kohashi, 1979), y es el producto de factores ambientales como de una serie de atributos de las propias plantas y de la interacción de ambos (Montes, 1977).

Los principales componentes fisiológicos del rendimiento -

son: la acumulación de fotosintatos que pueden expresarse como el peso seco total de la planta (rendimiento biológico) y la -- distribución de dichos fotosintatos. El rendimiento económico tiene su expresión morfológica en el grano, el cual podemos con siderarlo como la resultante de una secuencia de otros componen tes llamados morfológicos, tales como vainas, pericarpio, flo-- res, botones, yemas, etc. (Kohashi, 1979).

Componentes fisiológicos del rendimiento biológico. La manera como se distribuye la materia seca en las diferentes partes de la planta es de gran importancia en las especies cultivadas, ya que existen posibilidades de cambiar dicha distribución; por -- ejemplo por mejoramiento genético con lo cual se interviene en una forma promisoría para incrementar la productividad agrícola (Kohashi, 1979).

En soya la producción de materia seca está altamente corre lacionada con el I.A.F.; aquellas poblaciones cuyo arreglo favo rezca un rápido alcance de I.A.F. alto, son también las que --- tienden a producir rendimientos más altos de materia seca (We-- ber, 1969).

Aguilar (1975) encontró que en frijol, la mayor parte del peso seco en el grano y vaina es producto de fotosíntesis des-- pués que se inicia la formación de grano, y concluye que el ren dimiento obtenido puede depender principalmente de la capacidad fotosintética del cultivo al iniciarse la formación del grano.

Por su parte Montes (1977), encontró que en el haba (Vicia

faba) el aumento de peso seco del grano continúa aún después de la caída de las hojas, lo que podría explicarse por la actividad fotosintética que realizan otras partes de la planta.

Funjul (1978) trabajando con una variedad de frijol de hábito indeterminado, observó que al final de la floración la distribución de la materia seca era de 26.9% para grano y el resto para otros órganos no identificados.

Ramírez (1981) en trabajo efectuado en Marín, N. L. con Delicias 71 Selección Benavides # 4, observó que al momento de la aplicación de sulfato ferroso (49 días de la siembra) se produjo un incremento de la materia seca en el tratamiento (aplicación foliar de sulfato ferroso), aunque tanto el testigo (sin aplicar sulfato ferroso) como el tratamiento, llegan a su máxima producción a los 70 días de la siembra.

Componentes morfológicos del rendimiento económico. Un estimador del rendimiento es aquella variable que guarda una relación causal en el rendimiento final.

Para frijol los resultados indican que los mejores estimadores para el rendimiento final fueron el número de vainas con grano y el número de granos/m<sup>2</sup> (Aguilar, 1975).

Montes (1977) en su tesis sobre haba (Vicia faba) concluyó que las dos variables que aportan la mayor parte del rendimiento por planta son el número de granos por planta y el peso del grano, por lo que deben considerarse como los componentes primarios del rendimiento.

En cambio Wong (1977) en su tesis sobre sorgo concluyó que las características de mayor relación con el rendimiento tanto en riego como en sequía son: días de floración, días de madurez fisiológica, número de granos por panoja, rendimiento biológico y área foliar.

Nuñez (1976), trabajando con frijol concluye que el rendimiento está determinado por el número de vainas por planta, relación grano/paja y peso de paja.

Barrera (1980) concluyó que: La diferencia en rendimiento por planta está determinada por los componentes: número de vainas con semilla y vainas vanas.

El número de semillas por vaina depende de la variedad.

Las variedades con mayor número de semillas por vaina tienden a producir semillas de menores dimensiones.

Aguilar (1975) en su tesis concluyó que durante el desarrollo del cultivo hay varios componentes del rendimiento, siendo en orden ontogénico principalmente el número de flores, de vainas y de grano por metro cuadrado.

En los estudios de correlación de los diferentes componentes del rendimiento, como son el número de vainas por nudo, número de vainas totales y rendimiento por planta, muestran un criterio de selección en el cual deben estar involucrados principalmente, el número de vainas del primero, segundo y tercer nudo, ya que estas vainas son muy largas y poseen mayor número de granos. (Pérez, Trujillo y Martínez, 1976).

### Algunos estimadores fisiológicos del crecimiento

#### Tasa de asimilación neta.

Expresa un aumento de peso seco total en la planta por unidad de tiempo y por unidad de superficie de las hojas, y está dada por la siguiente ecuación. (Sivori, Montaldi y Caso, 1980).

$$T.A.N. = \frac{(W_2 - W_1) (\log_e A_2 - \log_e A_1)}{(A_2 - A_1) (T_2 - T_1)}$$

En donde:

$W_1$  y  $W_2$  son los valores de peso seco en los tiempos  $T_1$  y  $T_2$ .

$A_1$  y  $A_2$  son los valores de área foliar en los tiempos  $T_1$  y  $T_2$ .

En un estudio hecho por Humphries en 1967 (CIAT, 1977) en frijol común y frijol ayocote, manteniendo las raíces a temperaturas de 13, 17, 21 y 25°C., observó que las raíces de frijol ayocote crecieron más que las de frijol común a 13 y 17°C. y la mayor tasa de asimilación neta a bajas temperaturas de las hojas de frijol ayocote se atribuye a un crecimiento radical más rápido.

Contrario a esto, en un trabajo realizado por Austin y Maclean en 1972 (CIAT, 1977e) encontraron que la tasa de fotosíntesis expresada en base a área foliar, fueron mas bajas para plantas de frijol cultivadas a bajas temperaturas; y que la tasa de asimilación neta en plantas cultivadas a bajas temperaturas se redujo porque su área foliar específica es menor.

Por su parte Montes (1977) afirma que en plantas como el haba, el sólo aumento del área foliar no representa necesaria--

mente el logro de altas tasas de asimilación neta y lo explica en el hecho de que el crecimiento de las hojas tanto en número como en tamaño, ocasiona problemas de sombreo de las partes inferiores de la cubierta vegetal, con lo que se reduce notablemente la eficiencia transformadora de las hojas mas viejas. También encontró que la tasa de asimilación neta aumenta rápidamente en los primeros 38 días, luego se observa un descenso hasta el momento de la floración, y atribuye este aumento a la gran cantidad disponible de humedad que hubo.

Fanjul (1978) trabajando con una variedad de frijol de hábito indeterminado observó que en los primeros 47 días la tasa de asimilación neta (T.A.N.) es elevada ( $66.95 \text{ mg/dm}^2/\text{día}$ ) y -- después empieza a descender hasta llegar a su valor más bajo -- que es de  $14.47 \text{ mg/dm}^2/\text{día}$  a los 138 días.

#### Tasa relativa de crecimiento

La tasa relativa de crecimiento de una planta o de un órgano en determinado tiempo se define como el aumento de masa por unidad de masa presente y por unidad de tiempo, se expresa como  $\text{gr/gr/día}$  y se representa en la siguiente ecuación (Sívori, Montaldi y Caso, 1980).

$$\text{T.R.C.} = \frac{\log_e W_2 - \log_e W_1}{T_2 - T_1}$$

En donde:

$W_1$  y  $W_2$  son los valores del peso seco en los tiempos  $T_1$  y  $T_2$ .

Montes (1977) encontró que en haba, la máxima relación de área foliar coincide con el máximo valor de la tasa relativa de crecimiento, además concluye que la T.R.C. es alta en los primeros 38 días y después de iniciada la floración desciende hasta niveles bastante bajos.

Aguilar (1975) en un trabajo sobre frijol, observó que --- existen grandes diferencias en la tasa de crecimiento por efecto de la densidad de población en todas las etapas de desarrollo del cultivo.

Ramírez (1981) observó que la T.R.C. en los primeros días fué elevada, pero después empezó a descender, excepto en el tratamiento en el cual a los 49 y 70 días después de la siembra -- presenta una tendencia a mantenerse constante; lo cual atribuye a la fertilización.

#### Estimadores morfológicos del crecimiento del frijol

Número de nudos y longitud de los entrenudos del tallo principal.

Padda, trabajando con frijol en 1968 (CIAT, 1977b), encontró diferencias significativas en el número de nudos y longitud de los entrenudos en respuesta a la temperatura y al fotoperíodo entre las variedades. También observó que la longitud de -- los entrenudos disminuye levemente a partir del primero hasta -- el tercero, luego aumenta en forma aguda en el cuarto y posteriormente disminuye hasta el ápice.

Guzmán (1981), trabajando con calabaza encontró que al mo-



mento de la cosecha el tallo principal tenía 77 nudos con una longitud total de 10 mts.; las ramificaciones en este se presentaron del nudo 4 ó 5 al 55, alcanzando mayor desarrollo las que salían del nudo 4 ó 5 al 10.

En tanto que Fanjul (1978) trabajando con frijol encontró al momento de la cosecha un total de 38 nudos en el tallo principal y una longitud del mismo de 4 metros.

También Ramírez (1981) trabajando con frijol encontró que el máximo número de nudos del tallo principal fué alcanzado a los 70 días después de la siembra, contando el testigo (sin --- aplicación foliar de sulfato ferroso) con 72. La máxima longitud del tallo principal fué de 50 cms. para el testigo y 60 cms. para el tratamiento.

#### Area foliar

Wallace y Ozbun, trabajando con frijol en 1971 (CIAT, 1977 d) concluyeron que las variedades de alto rendimiento generalmente tienen mayor área foliar.

Estos concuerdan con Lambeth (1950) quién encontró una relación entre el total de área foliar y el número de vainas a la madurez por planta. Cuando el área foliar se incrementa, el -- rendimiento también se incrementa; aunque la relación no es estrictamente lineal.

Fanjul (1978) encontró que la producción de área foliar durante las primeras fases de crecimiento está altamente asociada con la producción de materia seca. El área foliar aumenta en -

forma casi lineal hasta unos días después de la floración y posteriormente disminuye rápidamente debido a la caída de las hojas de los estratos inferiores de la planta.

Weber (1968) concluyó que en el caso de la soya, una cubierta vegetal completamente desarrollada (en floración total o después de ésta) el 90% de la energía es interceptada solamente por el 40 ó 50% de las hojas, ya que la mayoría de las hojas estaban fuertemente sombreadas

Brandes, en su trabajo de 1971 (CIAT, 1978) coincide con Weber (1968) al señalar que la planta de frijol presentó una estructura inadecuada, con un índice de área foliar menor de 4 debido a que se mostró un marcado autosombreo.

Ramírez (1981) observó que la máxima área foliar para el testigo (sin aplicación de sulfato ferroso) fué de  $286.85 \text{ dm}^2$  a los 49 días de la siembra, y para el tratamiento (aplicación foliar de sulfato ferroso) fué de  $385.07 \text{ dm}^2$  a los 70 días de la siembra. Al momento de la aplicación de sulfato ferroso (49 días) el testigo había llegado a su máxima área foliar, presentándose a partir de ese momento un decremento en la misma.

En el tratamiento se produjo un claro incremento del área foliar a partir de la aplicación del sulfato ferroso, hasta los 70 días en donde empieza a decrecer.

#### Producción de Flores

Aguilar (1975) considera de gran importancia que la planta presente gran cantidad de flores, ya que esto determina el ma--

yor potencial de producción de frutos.

Fanjul (1978) observó que las primeras flores que aparecen al inicio de la floración son las que forman frutos que alcanzan a llegar a madurez fisiológica, observándose una eficiencia de 100% en las primeras flores aparecidas, y a medida que transcurren los días, el número de flores que produzcan frutos va -- siendo cada vez menor hasta llegar a un 0% transcurridos unos - 26 días después de iniciada la floración.

Trabajando con soya, Weber (1968) observó que la producción de flores, el aborto de ellas y de las vainas, están íntimamente relacionadas con la producción de fotosintatos, con el acame, con el vigor de la planta y con los factores del medio ambiente. Además afirma que durante el proceso de floración -- las plantas de soya producen tres o cuatro veces el número de flores que finalmente se convierten en vainas.

Yañez (1977) trabajando con una variedad de frijol de hábito de mata de crecimiento indeterminado, observó que las inflorescencias se determinan a partir del octavo nudo y que a medida que las inflorescencias se aproximan al ápice del tallo presentan menos retención de frutos y el número de semillas normales en estos frutos retenidos también muestran un gradiente decreciente.

Smith y Pryor en 1962 (CIAT, 1977a) encontraron que las altas temperaturas reducen el porcentaje de flores que llegan a vaina. Esto coincide con Mack y Singh, ya que en su trabajo de 1969 (CIAT, 1977c) observaron que el porcentaje de formación de

flores disminuyó cuando las plantas se sometieron a altas temperaturas durante la floración.

### Producción de Frutos

Existen evidencias de que el porcentaje de frutos que alcanzan la madurez fisiológica está determinado más bien por la caída de vainas y que a diferencia de lo que consigna la literatura, son muy pocas las flores que se pierden (Kohashi, 1979). Los frutos que llegan a madurez fisiológica son los que aparecen en los primeros días de iniciada la floración (Fanjul, 1978).

Yañez (1977) observó que en frijol el porcentaje de primordios seminales no fecundados es mínimo (3.3%) y el número de anomalías anatómicas también (11.9%). De acuerdo con esto sugiere que la abscisión de las vainas en frijol no es debido a falta de fecundación ni a causas estructurales de la semilla, se debe a:

- a) Que el área fotosintética es insuficiente.
- b) Que existe un orden de prelación en la retención y llenado de vainas (a medida que las inflorescencias se aproximan al ápice del tallo presentan menos retención de frutos).

Ramírez (1981) en sus resultados, en cuanto al número de vainas, observó que en el tratamiento (aplicación foliar de sulfato ferroso) a unos 20 días de iniciada la aplicación, se produce el mayor número de vainas (90), pero después dicho número empieza a decrecer drásticamente hasta llegar a un total de 30

vainas a la cosecha; esto lo atribuye a que se presenta una gran abscisión.

Yañez (1977) observó que la media de los frutos obtenidos en los nudos 11, 12, 13 y 14, del tallo principal, indican que existe una gradiente de retención de frutos de 60 a 50% de frutos no caídos por nudo, en base de dos frutos como máximo (100%) por inflorescencia.

Aguilar (1975) concluyó que el grano no se vió afectado por cambios de densidad de población en ninguna época de desarrollo.

Schulteis en su trabajo de 1972 (CIAT, 1977f) observó que la falta continua de agua redujo drásticamente el número de vainas por planta y aumentó el porcentaje de semillas.

#### Producción de Ramas

Díaz (1974) trabajando con 4 variedades de frijol (Cacahuete, Zacatecas, Michoacán y Chapingo) observó que la ramificación se inició en la época de aparición de las yemas florales, en donde comienza a incrementarse la velocidad de desarrollo de las ramas. Según el mismo autor el desarrollo de las ramas es consecuencia de la inhibición de la dominancia apical.

Guzmán (1981) trabajando con calabaza observó que las ramas se produjeron del nudo 4 ó 5 al 55, y las que alcanzaron mayor desarrollo salían del nudo 4 ó 5 al 10; siendo éstas las que determinaban el rendimiento ya que presentaban mayor número de frutos.

En tanto Fanjul (1978) en frijol encontró que las ramas se formaron del nudo 2 al 25, alcanzando mayor desarrollo las que salían del nudo 2 al 10.

## MATERIALES Y METODOS

### Localidad

El experimento se llevó a cabo en el Campo Experimental - de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el Municipio de Marín, N. L., localizado en la carretera Zuazua-Marín Km. 17, cuya ubicación es 25° 53' latitud norte y 100° 03' longitud oeste; a una altura sobre el nivel del mar de 367.5 m.

La temperatura promedio de la región es de 21°C. con una media anual máxima de 28.36°C. y mínima de 16.61°C; la precipitación pluvial promedio es de 466.52 mm. anuales. Estos promedios son de datos obtenidos durante los 3 años con que cuenta de instalada la Estación Meteorológica de la Facultad, ubicada aproximadamente a 100 m. del experimento.

El clima de Marín es  $BS_1 (h') h x' (e')$  según la clasificación de Koppen modificada por Enriqueta García.

Los datos específicos de precipitación y temperatura durante el ciclo del cultivo se muestran en la fig. 29.

### Genotipos bajo estudio.

Los genotipos utilizados fueron los siguientes: "Jamapa", "Pinto Americano" y "Delicias 71 Selección Benavides 4". El hábito de crecimiento de éstos es de tipo II según la clasificación del CIAT.

La semilla de los tres genotipos fué facilitada por el --

Banco de germoplasma del Programa de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Características de los genotipos

Delicias 71 Selección Benavides No. 4.

Las características de su población de origen, la variedad Delicias 71, de la cual se obtuvo por selección masal son:

Método de obtención .....	Selección Masal
Genealogía .....	H-27-16
Días a Floración .....	40 - 45 días
Ciclo vegetativo .....	80 - 95 días
Hábito de Crecimiento .....	Semiguía
Color de la Testa .....	Pinto Bayo Café
Area de Adaptación .....	Iguala, Gro., Dgo., Tamps., N.L., Coah. y Sin.
Rendimiento .....	2000 a 2500 Kg/ha bajo riego.
Características Fitopatológicas...	Resistente a roya y mosaicos.

Pinto Americano (Pinto Fresnillo)

Método de Obtención .....	Introducción y selección.
Genealogía .....	E.U. 812 - IM
Días a Floración .....	45 días.
Ciclo vegetativo .....	107 días.



Hábito de crecimiento ..... Guña.  
Area de adaptación ..... Zonas de riego de Ags., --  
Dgo. y Zacatecas.  
Rendimiento ..... 2300 Kg/ha bajo riego.  
Características Filopatológicas.... Resistente a la roya.

Jamapa.

Método de obtención ..... Selección individual y se-  
lección masal.  
Días a la floración ..... 35 días.  
Ciclo vegetativo ..... 80-85 días.  
Hábito de crecimiento ..... Semiguña.  
Color de la testa ..... Negro opaco.  
Area de adaptación ..... Regiones productoras de Mé-  
xico, Dgo., Nay., Sin., --  
Yuc., Gro., Tilpancingo, -  
Mor. y la zona tropical --  
del Golfo de México.  
Rendimiento ..... 1800 - 2000 Kg/ha bajo rie-  
go.  
Características fitopatológicas ... Resistente a roya y mosai-  
co.

Diseño del experimento

Se sembraron 60 plantas por cada genotipo, cada maceta --  
conteniendo una planta se consideró como unidad experimental;  
las macetas se distribuyeron aleatoriamente.

Para la cuantificación de las variables por cada uno de los métodos utilizados (muestreos y lecturas), se utilizaban 6 plantas por genotipo.

### Sustrato utilizado para la siembra

#### Materiales:

Tierra de hoja, estiércol de vaca, arena, criba, bromuro de metilo, plástico y macetas de barro (volumen:  $8.7 \text{ dm}^3$ ).

#### Preparación del Sustrato:

La tierra de hoja, el estiércol de vaca y la arena fueron cribados por separado y mezclados en una proporción de 5/10 : 3/10 : 2/10 respectivamente. En seguida se procedió a fumigar la mezcla con bromuro de metilo, poniendo ésta sobre una plataforma de concreto y cubriéndola con polietileno, dejándola así por 72 horas, posteriormente se retiró el plástico y se dejó ventilar por 48 horas.

Teniendo lista la tierra se procedió a llenar las macetas para posteriormente efectuar la siembra.

### Siembra

Se sembraron 3 semillas en cada maceta a una profundidad de 3 centímetros. Después de que emergieron las plántulas se seleccionaba una y el resto se eliminaba.

### Riego

Se efectuaron 7 riegos, el primero al momento de la siem-

bra y el resto a los 2, 7, 10, 17, 29 y 40 días después de la misma, todos se hicieron con manguera.

### Fertilización

Materiales:

Fertilizante: Gro-Green, cuyo contenido es de 20% de Nitrógeno, 30% de Fósforo y 10% de Potasio.

Aspersora manual tipo mochila.

Se asperjó el fertilizante foliarmente a razón de 1 kilogramo por cada 200 litros de agua, se hizo una sola aplicación a los 32 días después de la siembra.

### Control de plagas y enfermedades

Materiales:

Folidol, Difacoloro 42% Benlate y Aspersora.

Se aplicó Folidol en una dosis de 1 ml. por cada 10 litros de agua para prevenir el ataque de plagas aproximadamente a los 15 días después de la siembra.

Para prevenir el ataque de termita, que se estaba presentando en la parte inferior de las macetas se aplicó Difacoloro 42% emulsificable a los 17 días después de la siembra. La dosis fué de 500 centímetros cúbicos en 100 litros de agua. La solución se aplicó en el agua de riego.

En forma preventiva se aplicó Benlate 50% P.H. para evitar el ataque de hongos, la dosis utilizada fué de 2.5 gramos por litro de agua, y esta aplicación se hizo a los 19 días des

pués de la siembra.

### Cuantificación de variables

Para la cuantificación de variables de interés se utilizaron dos procedimientos, uno consistió en observaciones directas sobre 6 plantas en pie por genotipo, y el otro en muestrear 6 plantas, cortándolas y disectándolas posteriormente en el laboratorio. Al primero lo denominamos "método de lecturas" y al segundo "método de muestreos".

### Método de lecturas

Se realizaron observaciones a los 10, 12, 15, 17, 19, 22, 24, 26, 29, 33, 36, 38, 40, 43, 45, 50 y 58 días después de la siembra, para ésto se identificaban 6 plantas para cada variedad y sobre éstas se efectuaban las observaciones; siendo el procedimiento de éstas el estimador de las variables de interés. Las variables cuantificadas se enumeran en seguida.

### Variables morfológicas.

Longitud del tallo principal. Para la cuantificación de ésta variable se medían las longitudes de los entrenudos y la suma total de éstas nos determinaba la longitud del tallo principal.

Número de nudos del tallo principal. Se determinó contando los nudos tomando como primer nudo en donde se insertan los co

tiletones, y como último nudo donde se encontraba la yema apical.

Longitud del tallo de ramas. Se determinó siguiendo el mismo procedimiento utilizado para el tallo principal.

Nudos del tallo de ramas. Estaba dado por el número de nudos del tallo de la rama de primer orden: desde el primer nudo hasta donde se encontraba el ápice.

Longitud total. Se determinó por la suma de las longitudes -- del tallo principal y de las ramas.

Total de nudos. Se determinó con la suma de los nudos del tallo principal y de las ramas.

Posición de las vainas. Se refiere al nudo en que se desarrollaban.

Longitud de las vainas. Se determinó midiendo la distancia entre la parte proximal y distal de la vaina (no incluye pedicelo).

#### Método de muestreos

Se realizaron muestreos a los 10, 22, 30, 40, 51, 61 y 73 días después de la siembra: Se elegían aleatoriamente 6 plan--

tas por genotipo, se cortaban y se colocaban en bolsas de polietileno para evitar su deshidratación durante el transporte al laboratorio, y de esta manera hacer más precisa la cuantificación del peso fresco. En seguida se presentan las variables observadas.

### Variables morfológicas

Se cuantificaron las mismas variables observadas por el método de "lecturas", siguiendo en forma similar los procedimientos indicados. Además se determinó la siguiente variable.

Area Foliar. La determinación de esta variable se obtenía por medio de los siguientes pasos:

I) Se pesaba una hoja de papel y se medían sus dimensiones de largo y ancho para determinar su área.

II) Sobre la hoja de papel antes mencionada se dibujaban los folíolos a los cuales se les quería determinar el área, se recortaban por su contorno y se pesaban.

III) Se determinaba el área que correspondía al peso de los dibujos recortados por medio de la siguiente ecuación:

peso de la hoja de papel - área de la hoja de papel  
peso de dibujos recortados - X

$$X = \frac{\text{área de la hoja de papel} \times \text{peso de dibujos recortados}}{\text{peso de la hoja de papel}}$$

en donde:

X = área de los dibujos recortados = área de los folíolos.

### Variables Fisiológicas

Peso fresco del tallo. Se obtenía defoliando y posteriormente pesando el tallo principal y el tallo de las ramificaciones, esto se hacía inmediatamente después de efectuar el corte de las plantas en las macetas.

Peso fresco de las hojas. Se determinaba pesando las hojas ya separadas de los tallos.

Peso fresco de los órganos reproductivos. El peso fresco de la flor se determinó pesando las flores presentes al momento del muestreo, y el peso fresco del fruto se obtuvo de la misma forma.

Peso fresco total. Se obtuvo sumando el peso fresco de todos los órganos anteriores.

Peso seco. Inmediatamente de la determinación del peso fresco, los diferentes órganos se introducían en bolsas de papel glasine y se llevaron a deshidratar a una temperatura entre 60 y 70°C. durante 48 horas, la variable en cuestión se obtenía pasando los órganos ya deshidratados.

Tasa Realtiva de Crecimiento (T.R.C.). Se obtuvo de la siguiente ecuación:

$$T.R.C. = \frac{\log_e X_2 - \log_e X_1}{t_2 - t_1}$$

En donde:

$X_1$  y  $X_2$  son los valores de las variables de interés en los ---  
tiempos  $t_1$  y  $t_2$ .

Tasa de Asimilación Neta (T.A.N.). Se obtuvo de la siguiente  
ecuación:

$$T.A.N. = \frac{(W_2 - W_1) (\log_e A_2 - \log_e A_1)}{(A_2 - A_1) (t_2 - t_1)}$$

En donde:

$W_1$  y  $W_2$  son los valores del peso seco en los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ .

$A_1$  y  $A_2$  son los valores del área foliar en los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ .



## RESULTADOS Y DISCUSION

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se hará una discusión breve después de la presentación y análisis de los resultados obtenidos para cada órgano y al final se hará una discusión general del crecimiento, analizándose en ésta los coeficientes de variación de las variables, cuyos valores se presentan en los cuadros 6, 7, 8, 9, 10 y 11 del apéndice.

El crecimiento se presentó de la siguiente manera: A los 5 días después de la siembra emergieron las plántulas y 17 días después las hojas simples llegaban a su máxima expansión, lo anterior fué similar en los tres genotipos.

A los 43 días de la siembra, el 85% de las plantas del genotipo Delicias 71 Selección Benavides No. 4 presentaban al menos una flor en antesis; esta misma situación se presentó a los 36 y 43 días en los genotipos Pinto Americano y Jamapa respectivamente.

Al momento de efectuarse el último muestreo se presentaba una evidente diferencia en el crecimiento entre las plantas a las cuales se les manipulaba para medir las variables de interés de las "lecturas" y el resto de la población que no sufría ninguna manipulación y que posteriormente fueron utilizadas durante los muestreos. Evidencia sobre lo anterior se presenta en la exposición de resultados obtenidos para el crecimiento de cada órgano.

### Variables Morfológicas

#### Crecimiento longitudinal del tallo

El crecimiento en longitud total del tallo está dado por el crecimiento de sus entrenudos, los resultados obtenidos nos muestran que la longitud total que alcanzan cada uno de éstos es diferente dependiendo de su posición. En el caso del Jamapa los entrenudos basales y centrales del tallo principal alcanzan mayor longitud que el resto de los entrenudos del mismo, mientras que para los genotipos Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y Pinto Americano los entrenudos que más se desarrollaron fueron los basales y los terminales. En las figuras 1, 2 y 3 se presenta la longitud de cada uno de los entrenudos del tallo principal para cada genotipo.

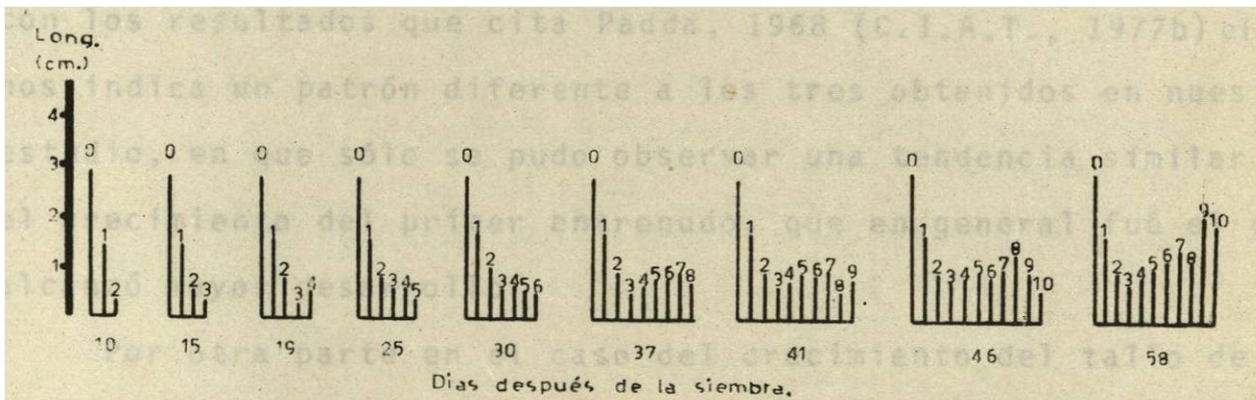


Fig. 1 Longitud de los entrenudos del tallo principal en 9 estados del crecimiento del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4"

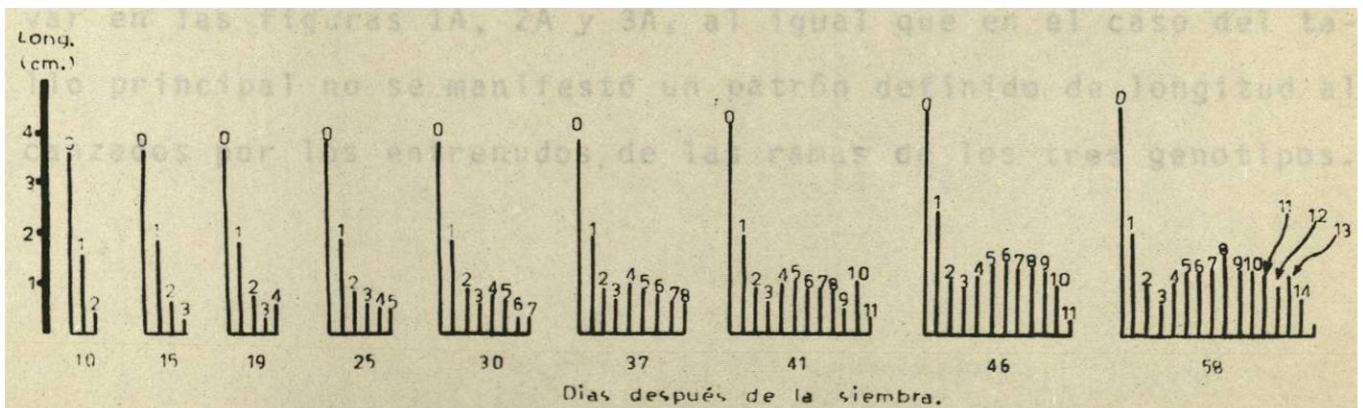


Fig. 2 Longitud de los entrenudos del tallo principal en 9 estados del crecimiento del genotipo "Jamapa".

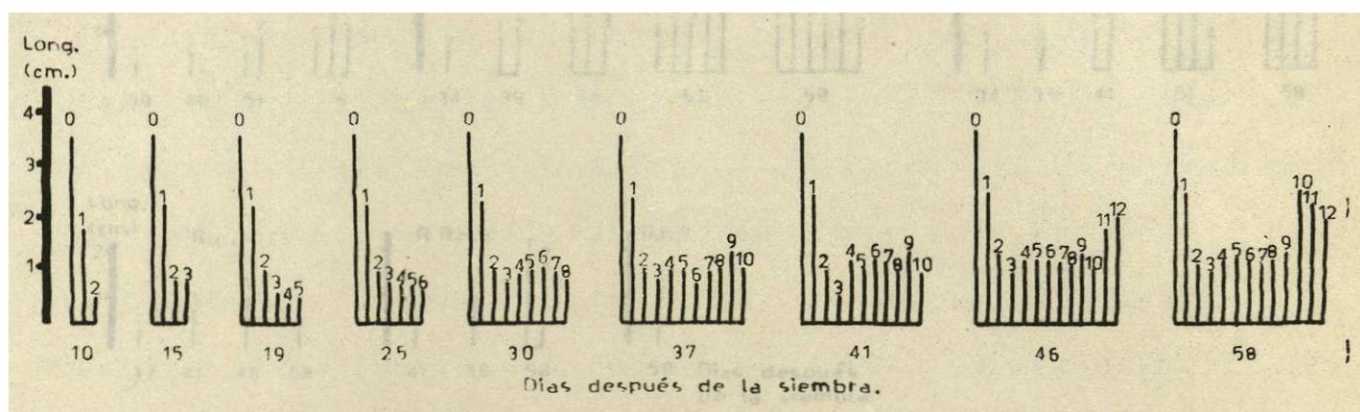


Fig. 3 Longitud de los entrenudos del tallo principal en 9 estados del crecimiento del genotipo "Pinto Americano"

Si analizamos la longitud alcanzada por los entrenudos del tallo principal, se puede observar que para los tres genotipos no existe un patrón definido de ésta, más todavía se compara -- con los resultados que cita Padda, 1968 (C.I.A.T., 1977b) el cual nos indica un patrón diferente a los tres obtenidos en nuestro estudio, en que sólo se pudo observar una tendencia similar en el crecimiento del primer entrenudo, que en general fué el que alcanzó mayor desarrollo.

Por otra parte en el caso del crecimiento del tallo de las ramas del primer orden, los entrenudos terminales de éste eran los que desarrollaban una mayor longitud, como se puede observar en las figuras 1A, 2A y 3A, al igual que en el caso del tallo principal no se manifestó un patrón definido de longitud alcanzados por los entrenudos de las ramas de los tres genotipos.

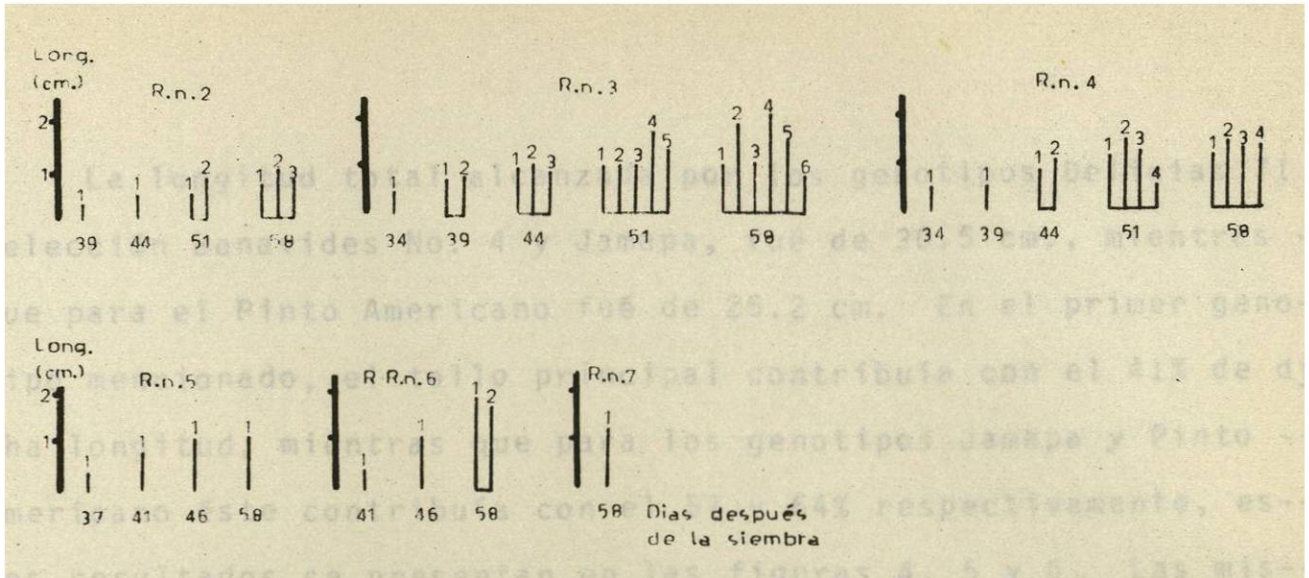


Fig. 1 A. Longitud de los entrenudos de cada una de las ramas en diferentes estados del crecimiento, del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4".

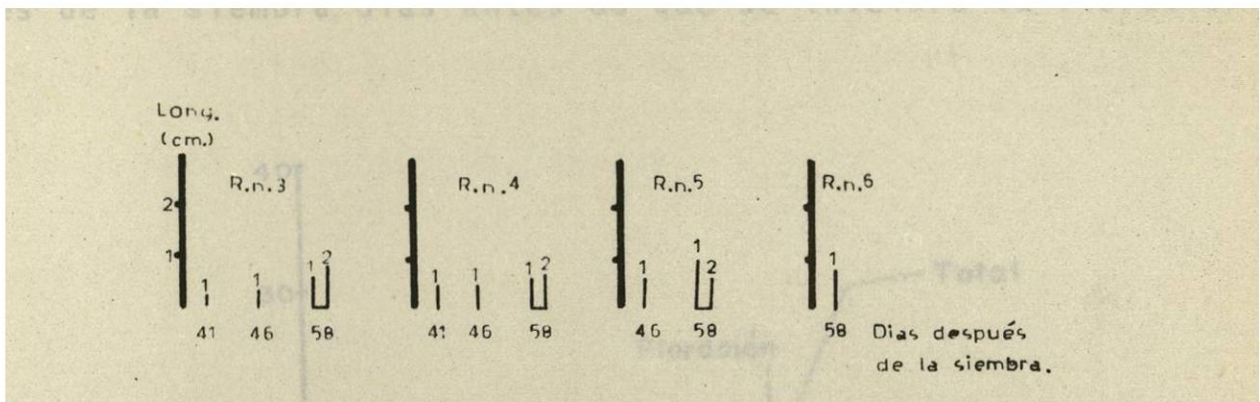


Fig. 2 A. Longitud de los entrenudos de cada una de las ramas en diferentes estados del crecimiento, del genotipo "Jamapa".

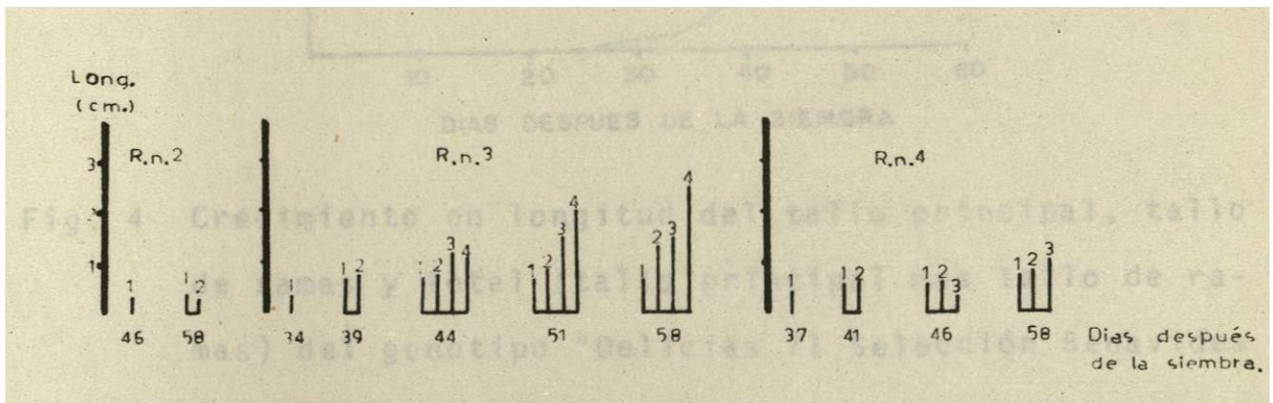


Fig. 3 A. Longitud de los entrenudos de cada una de las ramas, en diferentes estados del crecimiento, del genotipo "Pinto Americano".

La longitud total alcanzada por los genotipos Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y Jamapa, fué de 30.5 cm., mientras - que para el Pinto Americano fué de 25.2 cm. En el primer geno- tipo mencionado, el tallo principal contribuía con el 41% de di- cha longitud, mientras que para los genotipos Jamapa y Pinto -- Americano éste contribuía con el 57 y 64% respectivamente, es- - tos resultados se presentan en las figuras 4, 5 y 6. Las mis- - mas figuras muestran que, en general, en los tres genotipos, el crecimiento de las ramas se inició alrededor de los 30 días des- pués de la siembra, días antes de que se iniciara la floración.

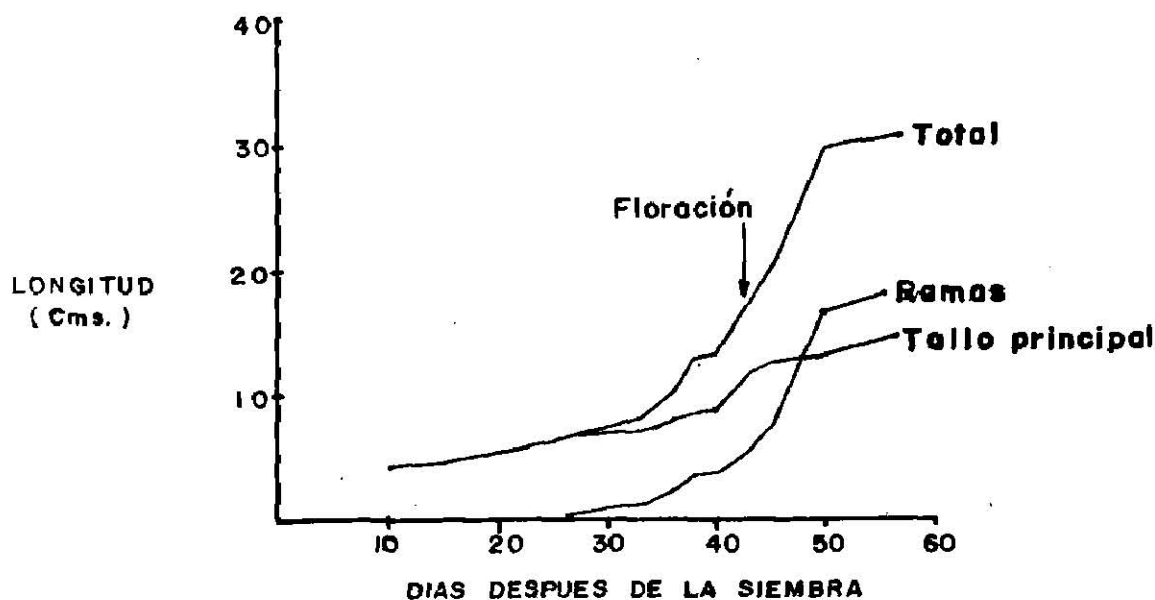


Fig. 4 Crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4".

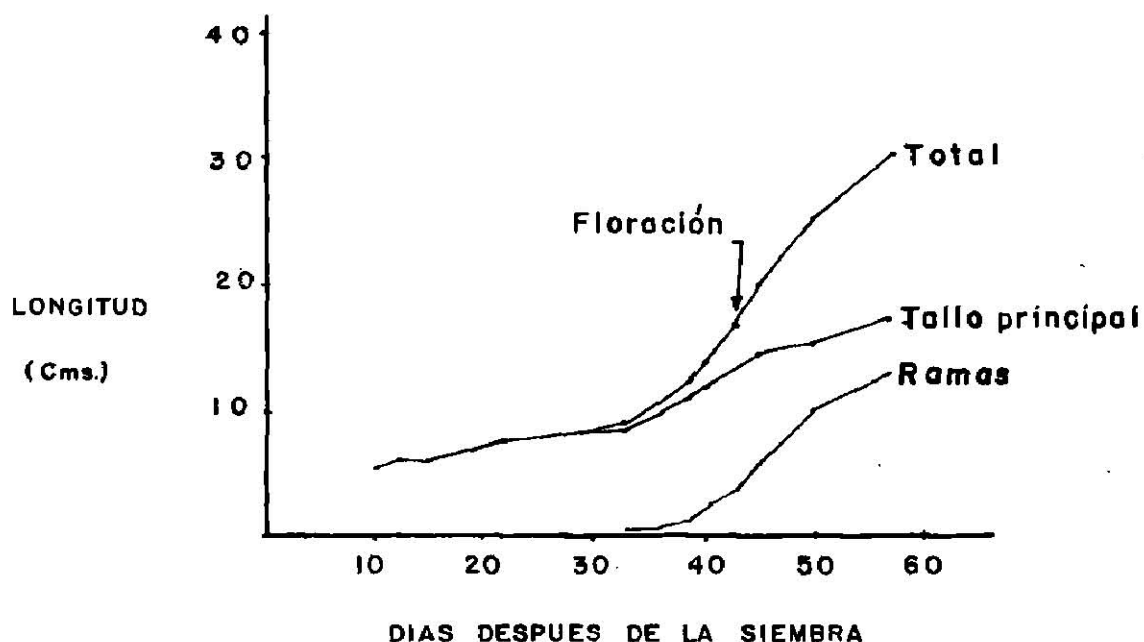


Fig. 5 Crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Jamapa".

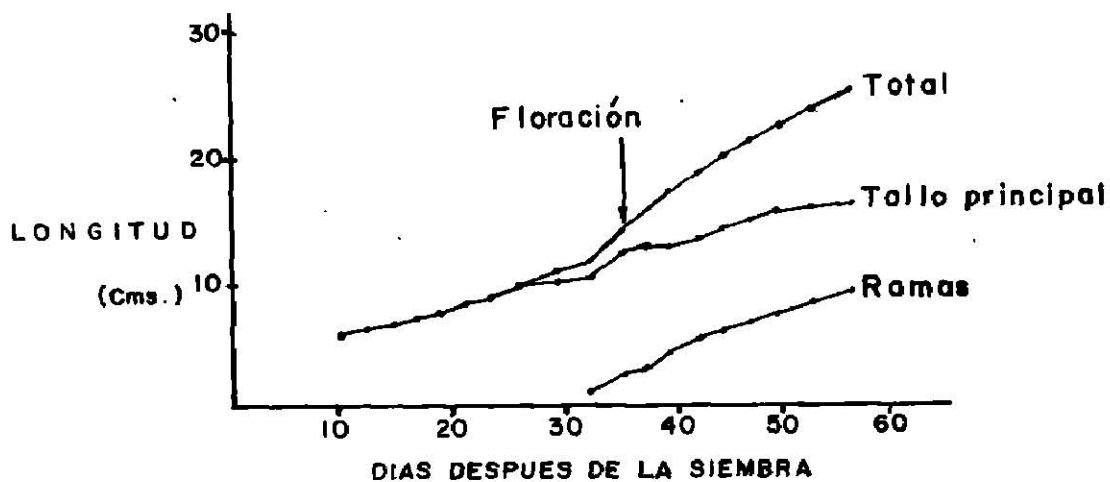


Fig. 6 Crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) -- del genotipo "Pinto Americano".

El hecho de que la brotación de las ramas fuera poco antes de la floración, como se puede observar en las figuras 4, 5 y 6 es debido posiblemente a que se inicia la diferenciación de los órganos reproductivos y su posterior desarrollo, lo que trae como consecuencia que se inhiba la síntesis de auxinas y favorezca la liberación de las yemas laterales (Sívori, Montaldi y Casso, 1980) y/o a que el desarrollo del tallo trae como consecuencia que el ápice del mismo empiece a alejarse de sus nudos basales, provocando que el fenómeno de dominancia apical tienda a desaparecer y se facilite el desarrollo apical de ellas.

Tasas Relativas de Crecimiento (T.R.C.) en Longitud del Tallo. Por otra parte, si analizamos la figura 7, en las que se presentan las T.R.C. en longitud de cada uno de los tallos de los genotipos, podemos ver que la velocidad con que ellos se elongaban fué aumentando hasta el momento en que se iniciaba la floración, punto en el cual se alcanzó la máxima T.R.C. con valores desde 0.08, 0.07 y 0.05 cm/cm/día para los genotipos Delicias - 71 Selección Benavides No. 4, Jamapa y Pinto Americano respectivamente, posteriormente dichas tasas empezaron a disminuir. Hubo diferencias en los días que los genotipos requirieron para alcanzar su máxima velocidad de crecimiento del tallo, el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y el Jamapa la alcanzaron a los 43 días mientras que el Pinto Americano requirió 36 días.

En cuanto a las velocidades de crecimiento en longitud del tallo podemos ver que con ligeras variantes siguieron el mismo

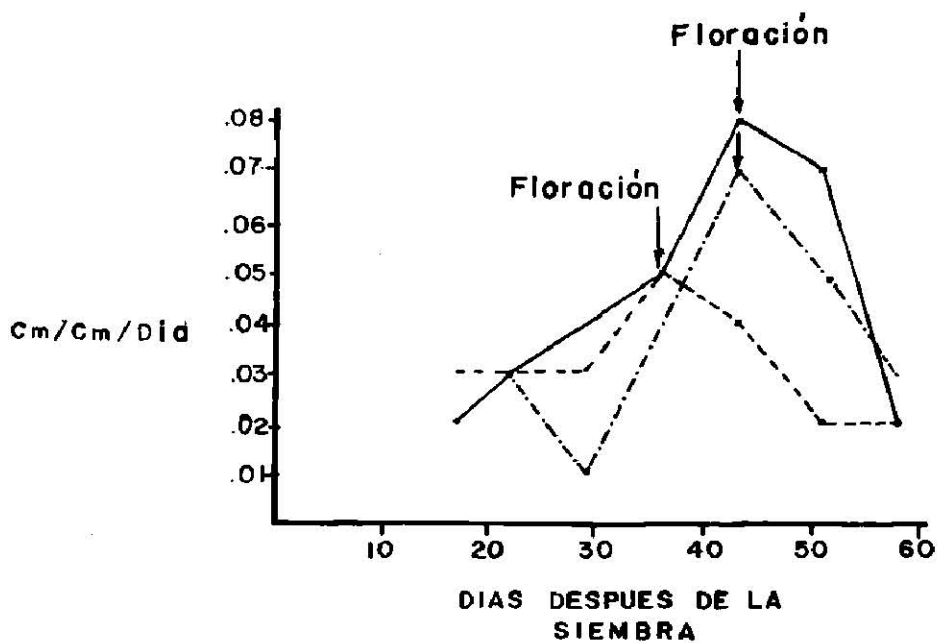


Fig. 7 Curvas representantes de las tasas relativas de crecimiento de la longitud total de los tres genotipos bajo estudio "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" ( ————— ), "Jamapa" (-·-·-·-·-) y "Pinto Americano" (- - - - -).

patrón en los tres genotipos bajo estudio, siendo dichas velocidades ascendentes hasta el momento de la floración, momento en el cual éstas tienden a disminuir. Lo anterior posiblemente se deba a que las plantas comienzan a asignar energía para el desarrollo de órganos reproductivos con la consecuente disminución en el suministro a los vegetativos, provocando que las velocidades con que éstas crecen tiendan a disminuir (Wardlaw, 1968).

Al momento de efectuar el último muestreo, 61 días después de la siembra, las plantas sobre las cuales se medían directamente las variables de interés (método de lecturas) presentaban



un crecimiento reducido en comparación con aquellas que no se habían manipulado y se iban a utilizar para el muestreo final, en el cual alcanzaron las siguientes longitudes: 69.5 cm. el genotipo Delicias 71 Selección Benavides No. 4, 34 cm Jamapa y -- Pinto Americano 37 cm. La contribución del tallo principal y del tallo de las ramas siguió la misma tendencia tanto en los muestreos como en las lecturas, pudiendo constatarse lo anterior comparando las gráficas 4, 5 y 6 con 8, 9 y 10.

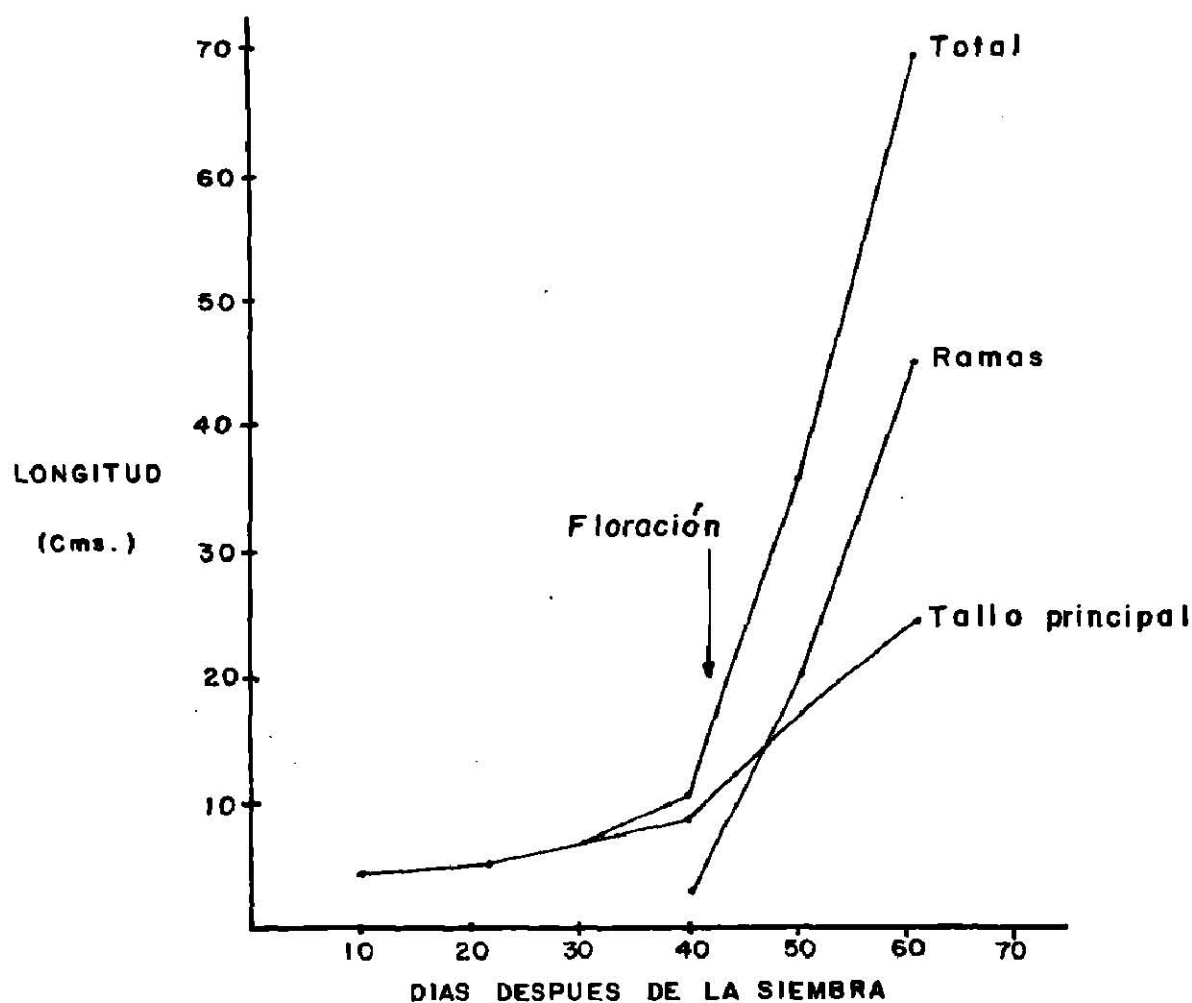


Fig. 8 Crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" utilizando el método de "muestreo".

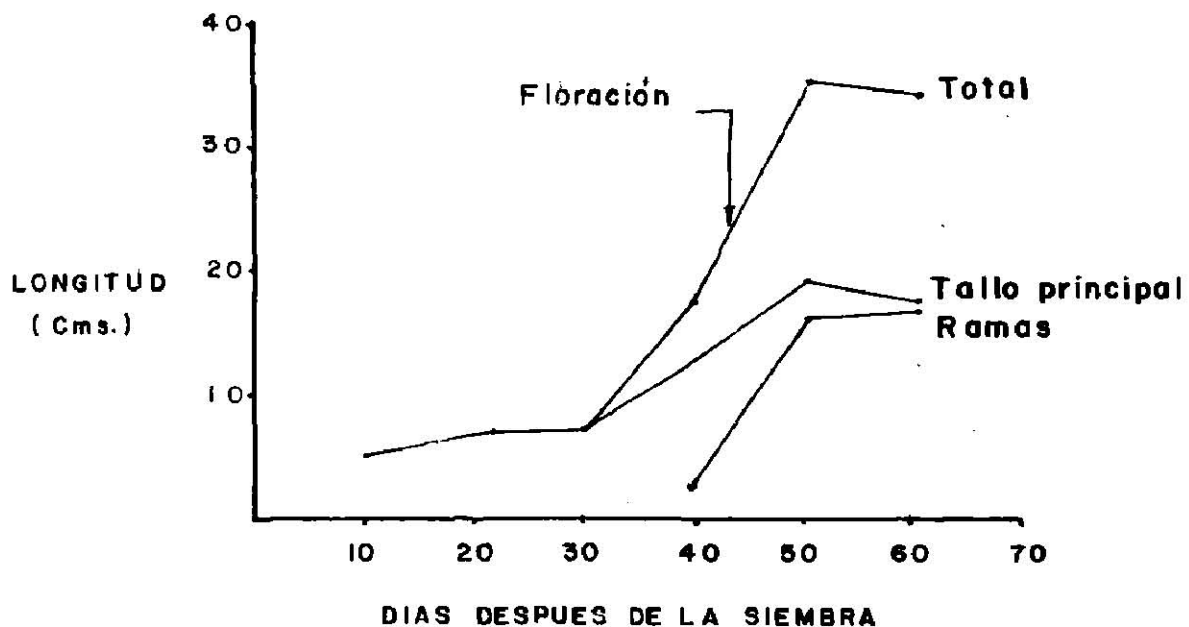


Figura 9 Crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Jamapa" utilizando el método de "muestreo".

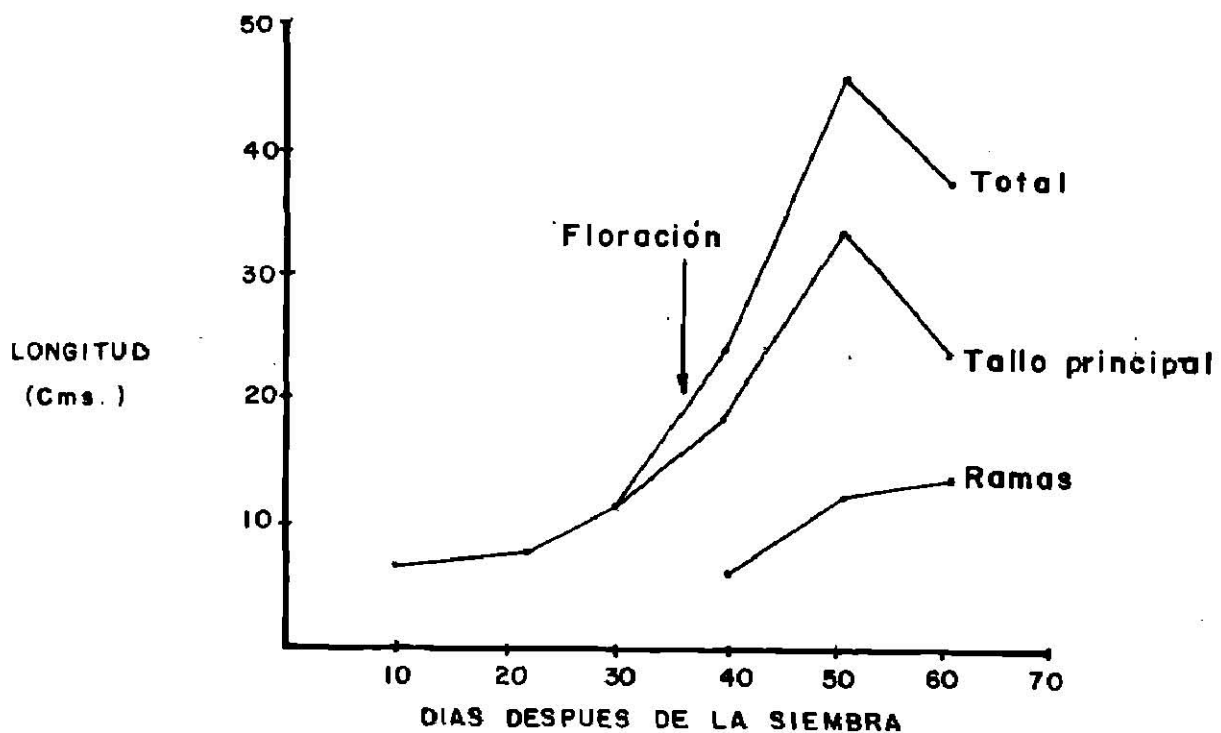


Fig. 10 Crecimiento en longitud del tallo principal, tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Pinto Americano" utilizando el método de "muestreo".

La causa de que las plantas sobre las cuales se estuvieron haciendo mediciones de las variables de interés presentaran un menor desarrollo en comparación con las no manipuladas que serían utilizadas durante los muestreos, posiblemente se deba a que la estimulación mecánica de las primeras hizo que éstas produjeran etileno, el cual inhibe el crecimiento del tallo y en general de la planta (Suge, 1976).

Lo anterior se puede constatar comparando las figuras 4, 5 y 6 con 8, 9 y 10.

#### Número total de nudos

En relación a la producción de nudos, los resultados que se muestran en las figuras 11, 12 y 13 indican que el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 fué el que produjo una mayor cantidad, 26 nudos, mientras que el Jamapa produjo 22 y 20 el Pinto Americano. La contribución del tallo principal y de las ramas en el total de los nudos producidos siguió la misma tendencia en los tres genotipos, siendo mayor el número de nudos producidos por las ramas; en el caso de el Delicias 71 Selección Benavides No. 4, éstas contribuían con el 62% del total de nudos, y las del Jamapa y Pinto Americano con el 50.5 y 51.5% respectivamente. Las ramas que se desarrollaban en los nudos 3, 4 y 5 -- éran las que producían la mayor cantidad de nudos.

Como se puede observar en los resultados, el genotipo que presentó el mayor número de nudos fué el Delicias 71 Selección Benavides No. 4, siguiéndolo el Jamapa y por último el Pinto -- Americano.

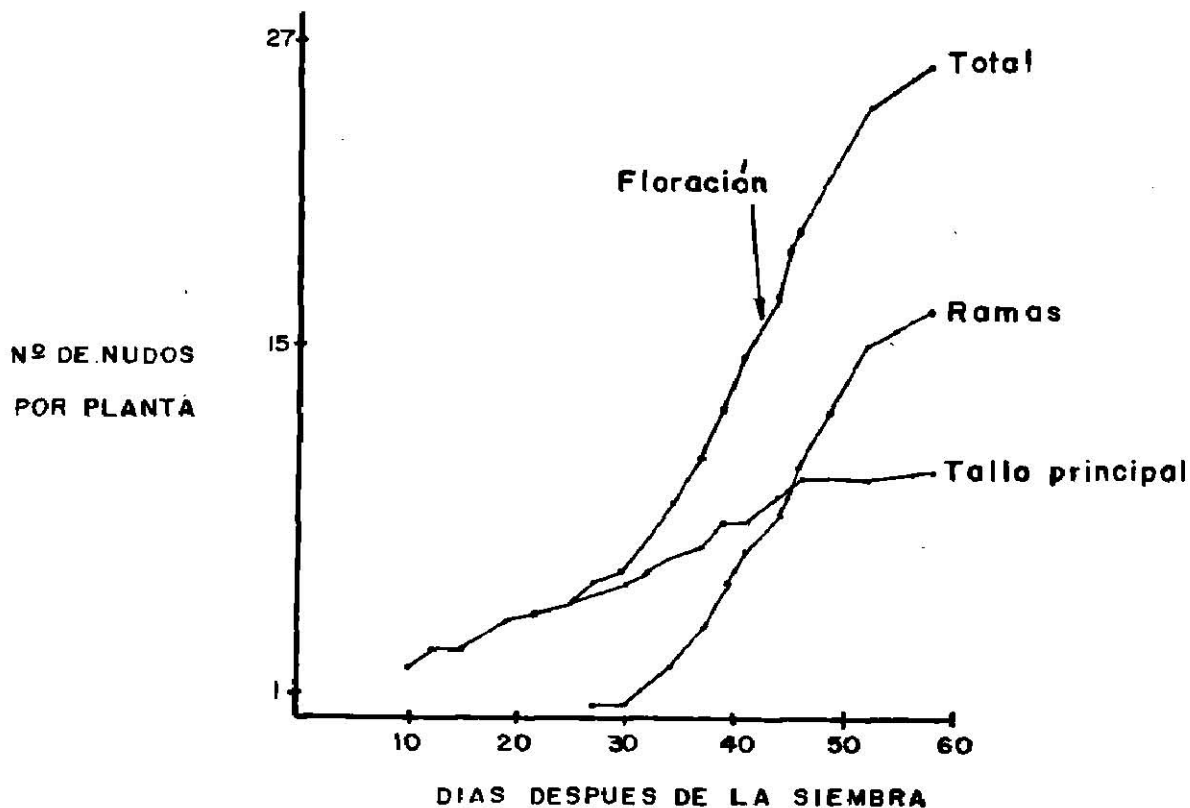


Fig. 11 Producción de nudos del tallo principal, del tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4".

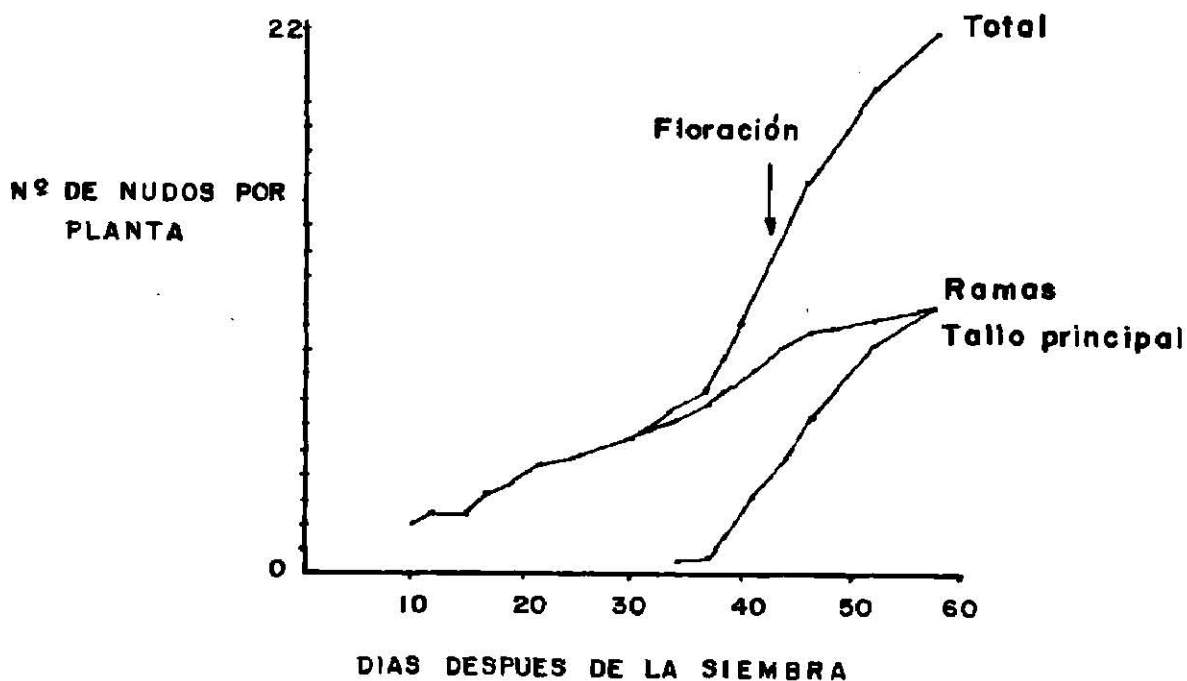


Fig. 12 Producción de nudos del tallo principal, del tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Jamapa".

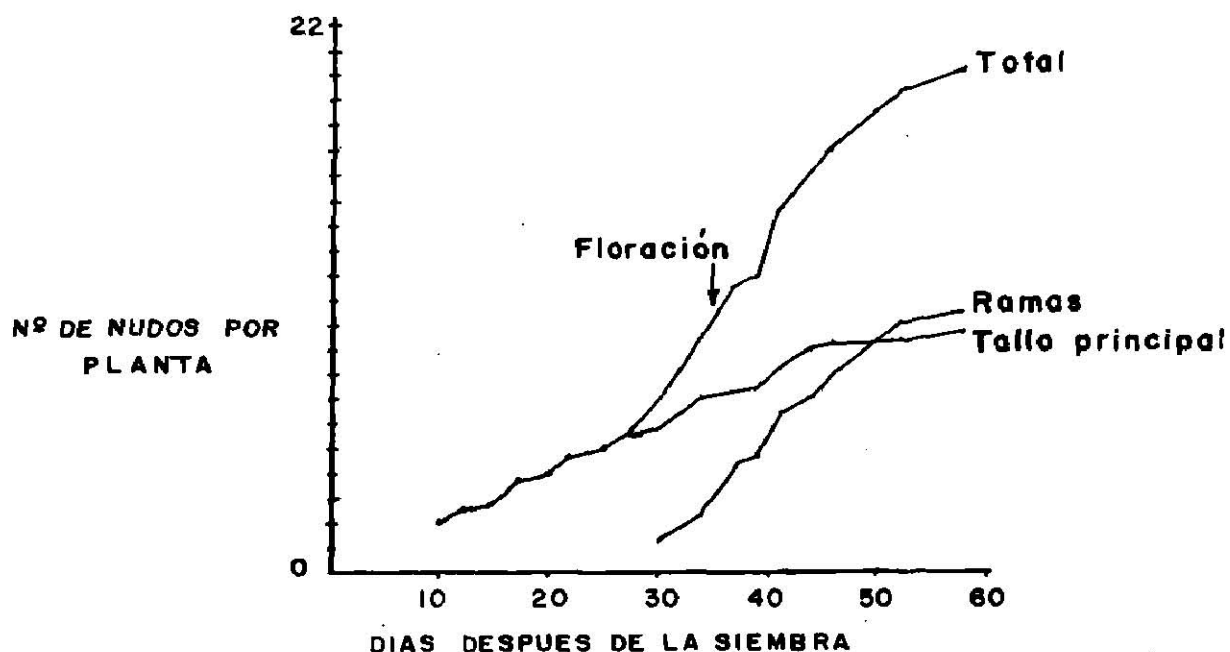


Fig. 13 Producción de nudos del tallo principal, del tallo de ramas y total (tallo principal mas tallo de ramas) del genotipo "Pinto Americano".

El hecho de que el primer genotipo presente mas cantidad de nudos se debe principalmente a que éste produjo un mayor número de ramas y consecuentemente aumentó la posibilidad de formarse un mayor número de nudos.

En el caso de las plantas que no se manipularon durante el ciclo, la producción de nudos fué mayor que las plantas a las cuales se les manipulaba, produciendo 42 nudos el Delicias 71 - Selección Benavides No. 4, 26 el Jamapa y 25 el Pinto Americano; ésto se debió a causas discutidas anteriormente.

Tasas Relativas de Crecimiento (T.R.C.) del Número de Nudos. En relación a las T.R.C. del número de nudos para cada uno de los

genotipos, la figura 14 muestra claramente que éstas presentaron la misma tendencia, siendo ésta de la siguiente manera: T.R.C. altas al inicio del crecimiento disminuyendo posteriormente hasta los 29 días para en seguida incrementarse hasta la época en que se presentaba la floración, 36 días en el Pinto Americano y 43 días en los genotipos restantes, posteriormente disminuyeron las tasas hasta hacerse negativas.

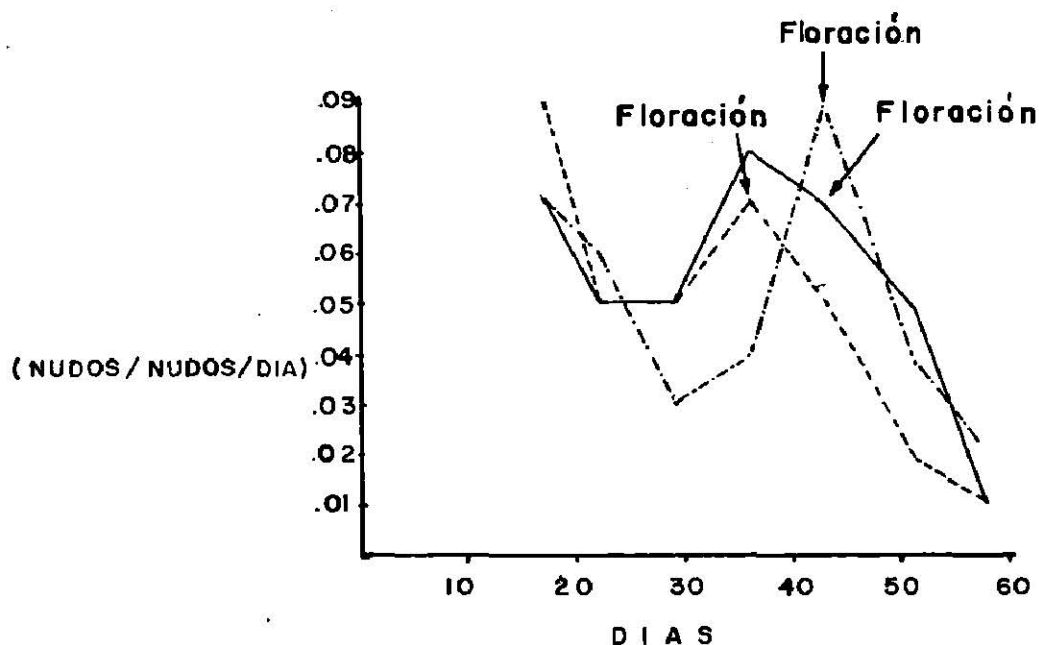


Fig. 14 Curvas representantes de las tasas relativas de crecimiento del número de nudos de los genotipos bajo estudio: "Delicias 71 Selección Benavides No. 4 ( ——— ), "Jamapa" ( -·-·-·- ) y "Pinto Americano" ( - - - - - ).

Las T.R.C. para el número de nudos presentan el mismo fenómeno que las T.R.C. para la longitud del tallo, a diferencia de que en las primeras, al principio del ciclo los valores eran --

descendentes para posteriormente aumentar hasta el momento de la floración y en seguida disminuir; esto ocurrió en los tres genotipos y se puede observar en la figura 14.

#### Area foliar

El área foliar funcional se estuvo incrementando a lo largo del ciclo en los tres genotipos hasta llegar a un máximo en cada uno y posteriormente disminuir. El genotipo que mas área foliar produjo fué el Delicias 71 Selección Benavides No. 4, alcanzando un máximo de  $11.1 \text{ dm}^2$  a los 61 días después de la siembra, siguiéndole con  $8.40 \text{ dm}^2$  y  $4.98 \text{ dm}^2$  el Jamapa y el Pinto Americano respectivamente a los 51 días después de la siembra.

La producción de área foliar después de la floración, en proporción al área total producida en los tres genotipos fué la siguiente: 57% en el Delicias 71 Selección Benavides No. 4, 56% en el Pinto Americano y 43% en el Jamapa; estos resultados se muestran en la figura número 15.

En los resultados anteriores se puede observar que para los tres genotipos existe una marcada diferencia entre la producción de área foliar, llegando el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 a duplicar lo que produjo el Pinto Americano, esto se refleja en la producción de frutos, como posteriormente lo veremos, puesto que el primero duplica la producción que tuvo el segundo. Lo anterior coincide con la literatura (Lambeth -- 1950, Wallace y Osbun, 1977) aunque esto no puede afirmarse con toda certeza, debido a que se cosechó antes que las plantas ter

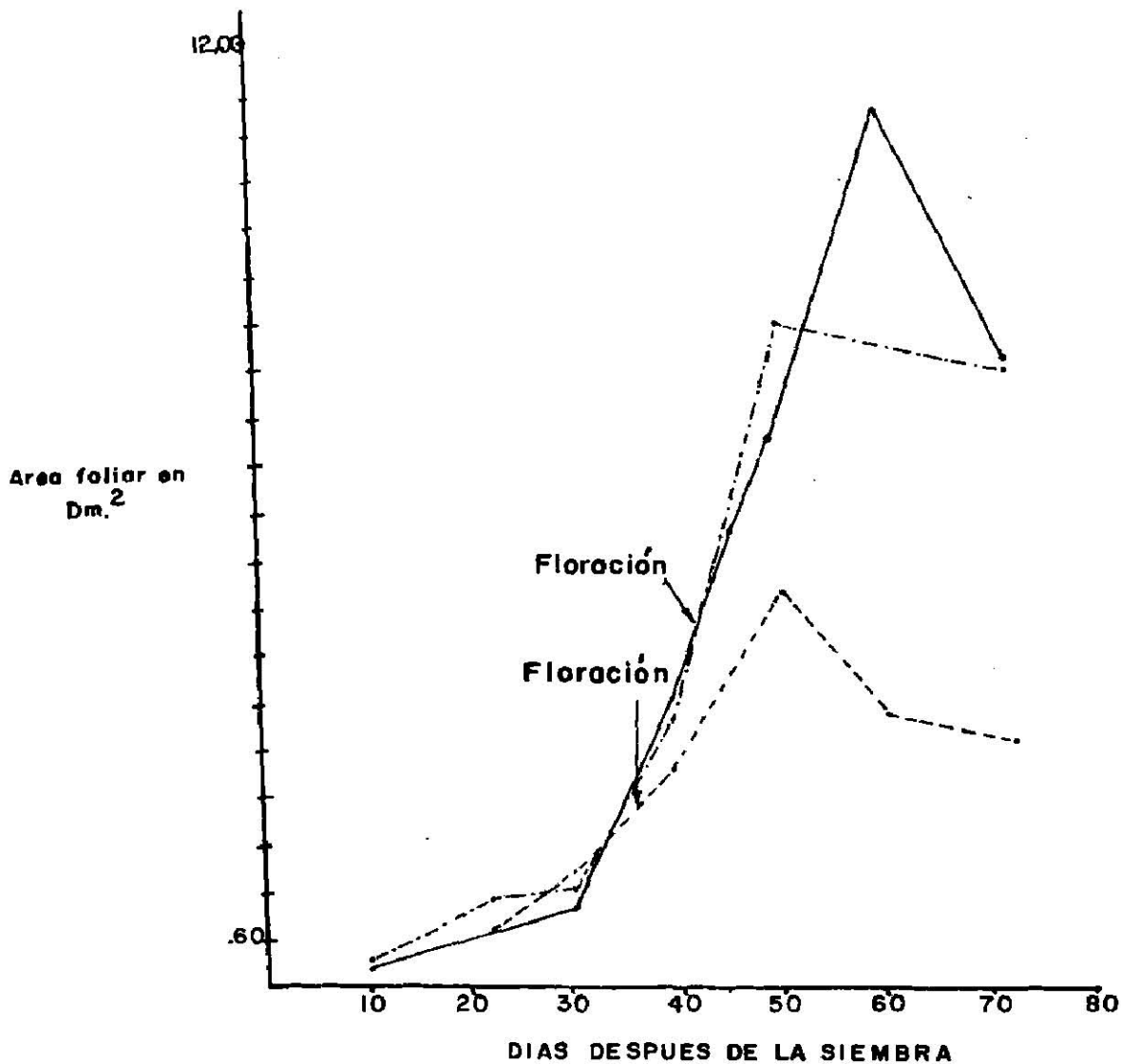


Fig. 15 Curvas que representan el área funcional de los genotipos bajo estudio: "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" ( ——— ), "Jamapa" ( - · - · - · ) y "Pinto Americano" ( - - - - - ).

minaran su ciclo de vida y además habían alcanzado un bajo porte. En cuanto a los días de la siembra en que los tres genotipos llegan a tener la máxima área foliar funcional, coincide -- con los resultados encontrados por Ramírez (1981).



Por otra parte, podemos observar en la figura 15 que la mayor cantidad de área foliar se produce después de que las plantas entran en la etapa de la floración, por lo tanto esta área foliar producida será la que determine principalmente el llenado de grano.

Tasa Relativa de Crecimiento (T.R.C.) del área Foliar. En cuanto a las tasas relativas de crecimiento del área foliar, los resultados se presentan en la figura No. 16. En ésta se puede observar claramente que las máximas velocidades de producción de área foliar en los tres genotipos se presentan poco antes del inicio de la floración, y en seguida tienden a disminuir durante el ciclo. La máxima velocidad alcanzada por el Pinto Americano fué de  $0.09 \text{ dm}^2/\text{dm}^2/\text{día}$ , sosteniéndose a esta velocidad -- desde los 22 hasta los 30 días después de la siembra, poco antes de la floración, posteriormente disminuyeron los valores -- hasta hacerse negativos a los 57 días de crecimiento. Este comportamiento fué diferente a los que presentaron los dos genotipos restantes, en los cuales al inicio del crecimiento se presentan altas tasas relativas de crecimiento cuyos valores fueron de  $0.11$  y  $0.09 \text{ dm}^2/\text{dm}^2/\text{día}$  para el Jamapa y el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 respectivamente, posteriormente estas velocidades disminuyeron hasta los 30 días después de la siembra, momento en el que se incrementaron las T.R.C. hasta poco antes del inicio de la floración, alcanzando valores de  $0.13 \text{ dm}^2/\text{dm}^2/\text{día}$  en el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y  $0.1 \text{ dm}^2/\text{dm}^2/\text{día}$

día en el Jamapa; éstos empezaron a disminuir con el desarrollo del ciclo hasta hacerse negativos a los 59 y 68 días después de la siembra en el Jamapa y el Delicias 71 Selección Benavides -- No. 4 respectivamente.

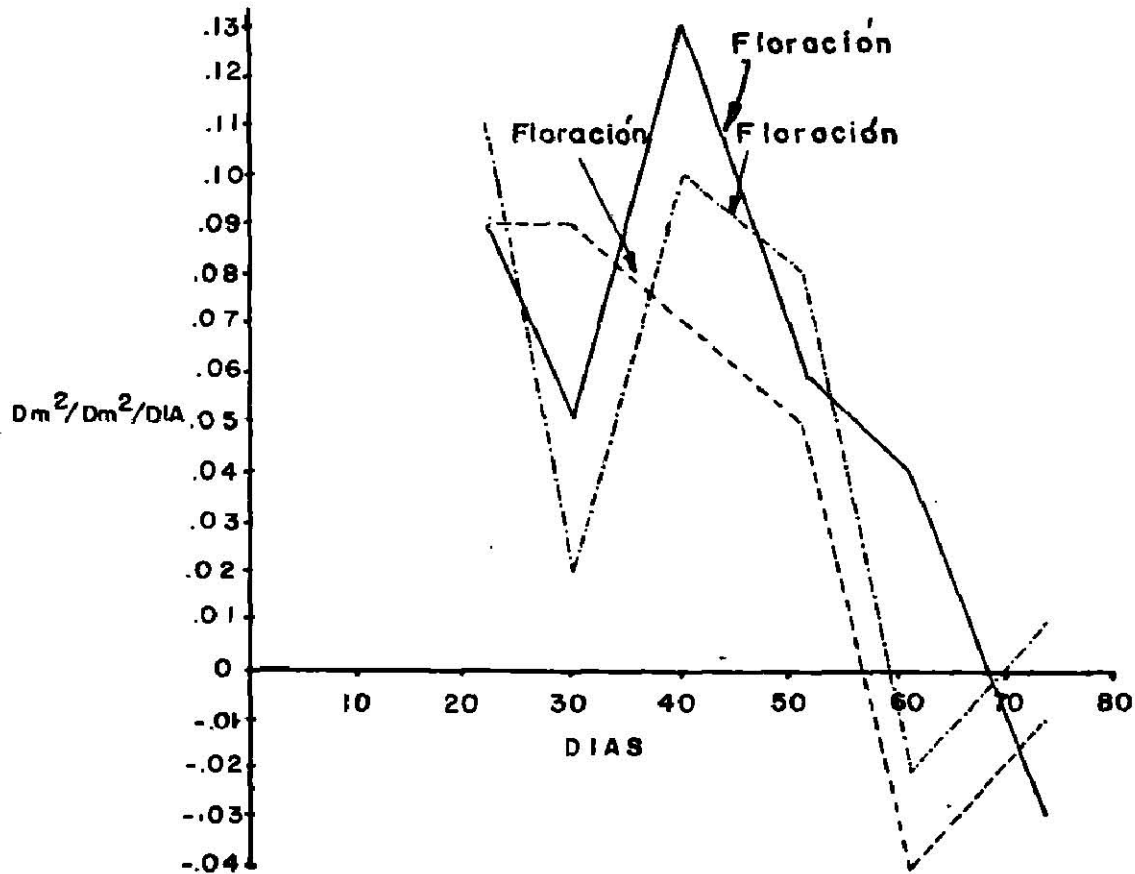


Fig. 16 Curvas representantes de las tasas relativas de crecimiento del área foliar de los genotipos bajo estudio - "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" ( ——— ), - "Jamapa" ( - - - - - ) y "Pinto Americano" ( - . - . - . ).

Si analizamos los resultados que presenta la figura 16, podemos notar que al inicio del ciclo las T.R.C. del área foliar son altas y descienden continuamente hasta los 30 días en los genotipos Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y Jamapa, sien-

do más drástica la disminución para este último. Posteriormente estas tasas aumentan hasta antes de la floración para en seguida disminuir hasta niveles bastante bajos, esto coincide con los que cita la literatura (Montes, 1977), en el caso de haba. - (Vicia faba L.).

El hecho de que las T.R.C. del área foliar disminuyan antes de la floración posiblemente se deba a que las hojas de los nudos basales entran en senectud y/o las causas discutidas anteriormente en el crecimiento del tallo, en el cual la T.R.C. disminuye cuando se inicia la floración debido a que a ésta se --- asignan recursos que dejan de llegar a los órganos vegetativos.

Por otra parte la causa de que a los 61 días se presente un incremento en las T.R.C. de los genotipos Jamapa y Pinto Americano se deba a una rebrotación de hojas por efecto de las temperaturas, las cuales en esta fecha presentaron fluctuaciones muy marcadas, las diurnas de 37°C y las nocturnas de 10.5°C.

Distribución del Área Foliar. Los resultados obtenidos sobre la distribución del área foliar que se presenta en las figuras 17, 18 y 19 nos indican que los nudos basales son los que llegan a contribuir con una mayor producción de área foliar. A medida que los nudos se ubican hacia el ápice del tallo principal, se desarrolla en ellos menor follaje. Lo anterior es similar para los tres genotipos.

Si en los resultados anteriores observamos la distribución del área foliar entre los diferentes nudos del tallo en las eta

pas del crecimiento, podemos ver que los nudos basales son los que llegan a desarrollar mayor área foliar y a medida que nos acercamos al ápice del tallo principal, ésta empieza a disminuir, coincidiendo con los trabajos efectuados por Fanjul (1978) y Ramírez (1981).

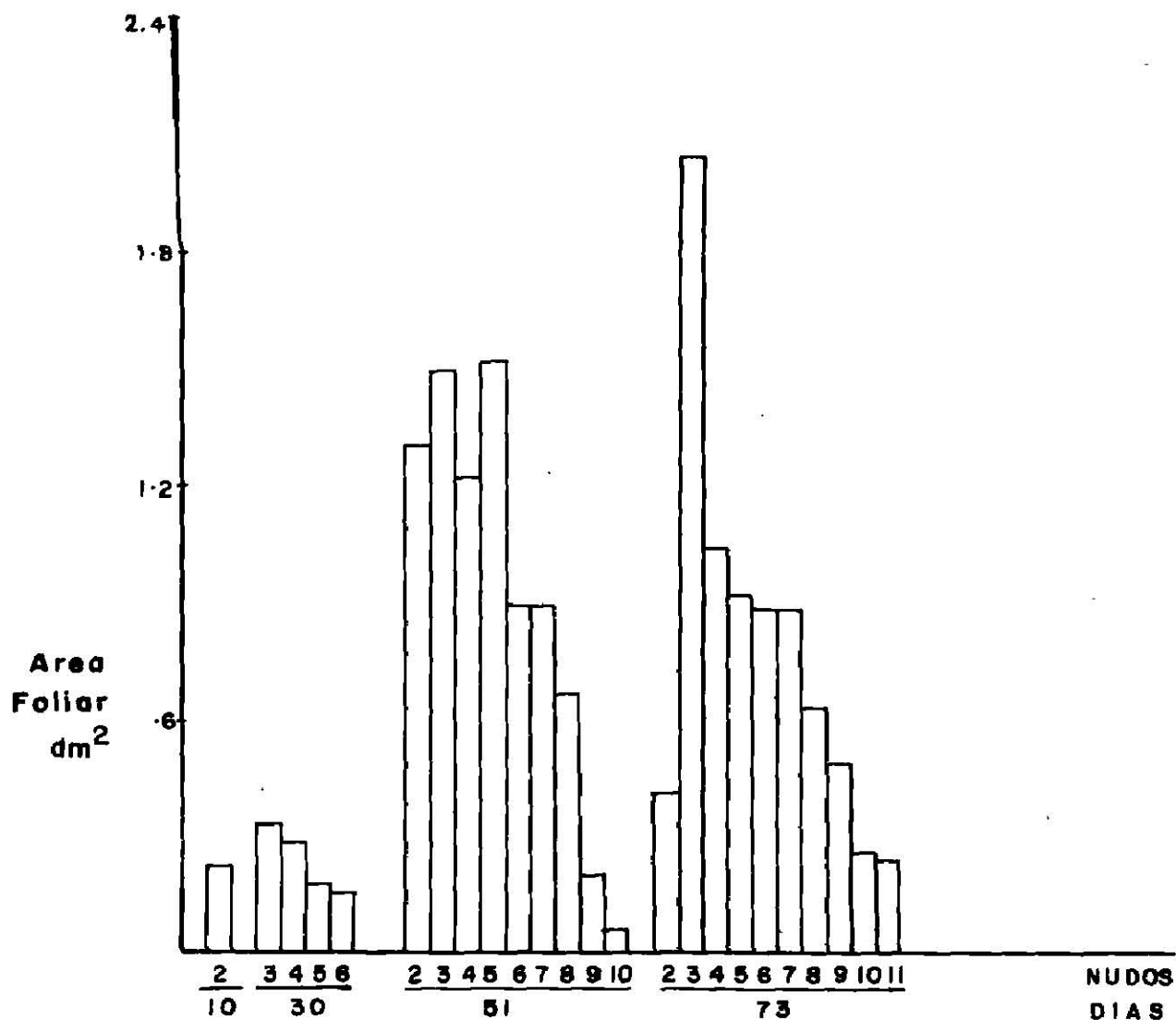


Fig. 17 Distribución del área foliar en los diferentes nudos - del tallo principal en 4 estados de crecimiento del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4.

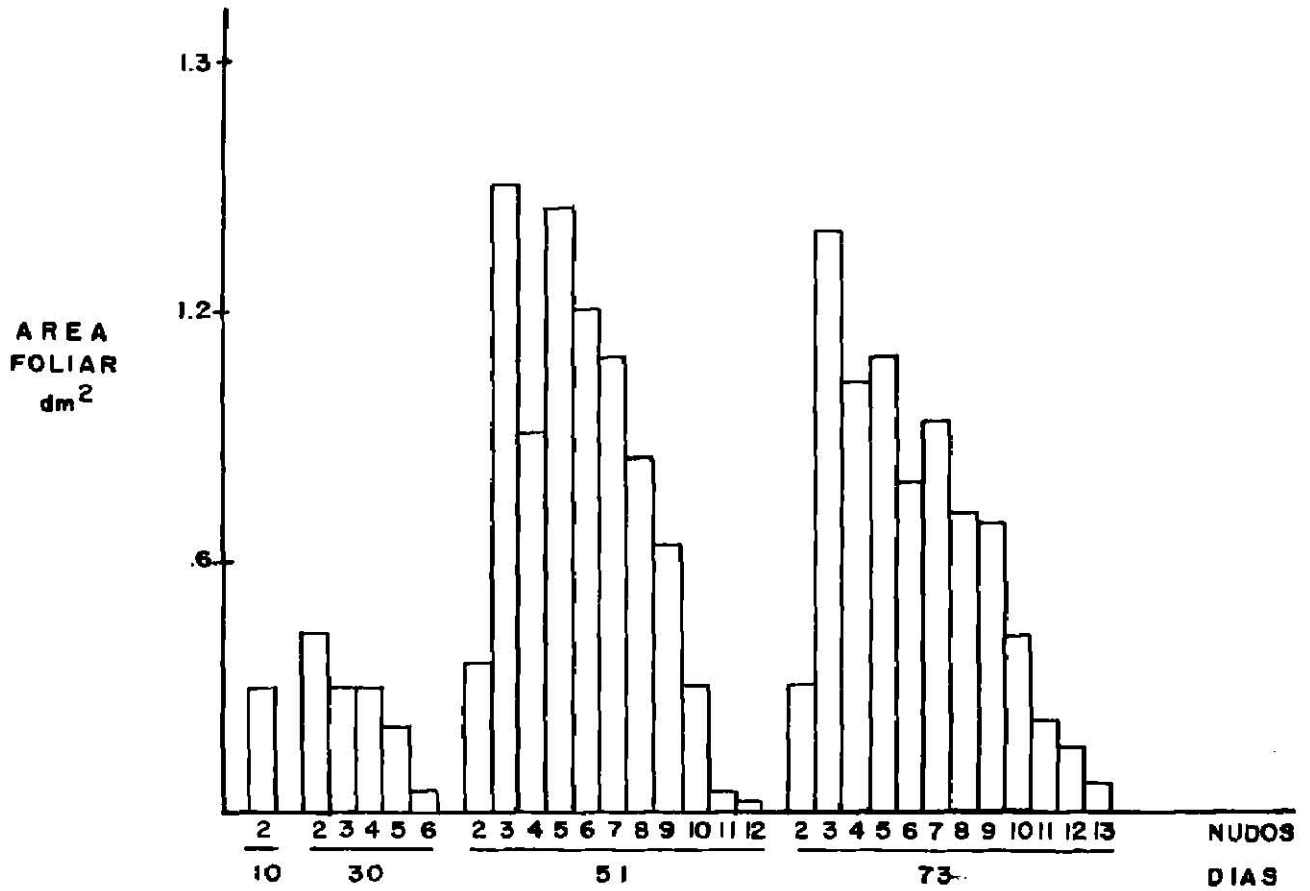


Fig. 18 Distribución del área foliar en los diferentes nudos - del tallo principal en 4 estados de crecimiento del genotipo "Jamapa".

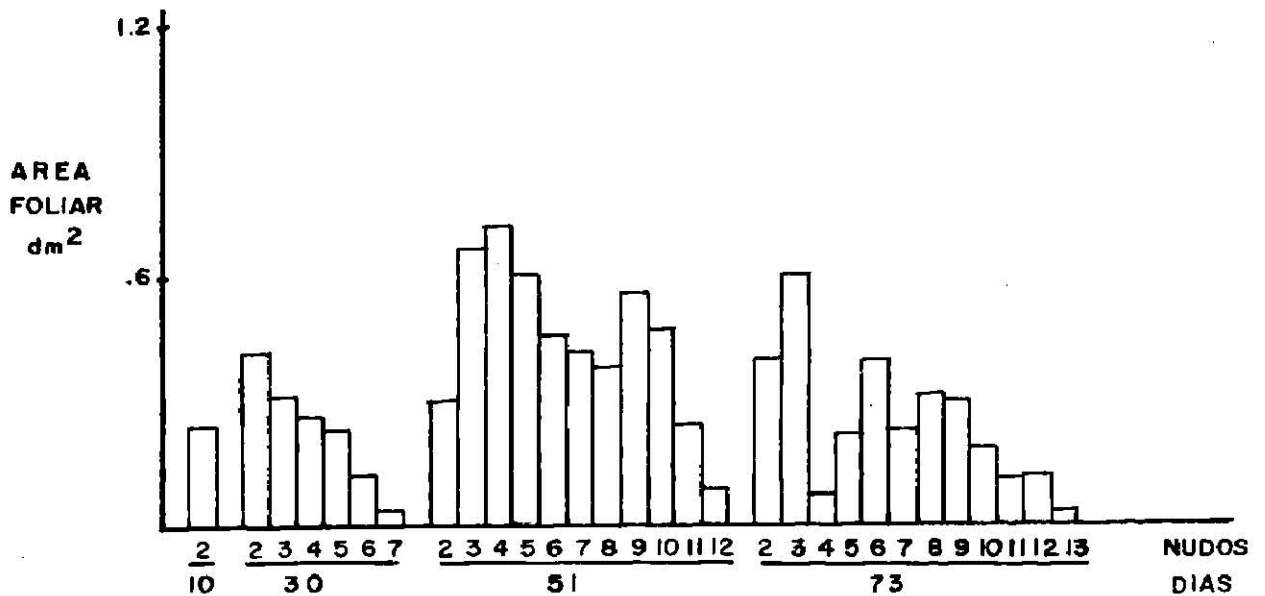


Fig. 19 Distribución del área foliar en los diferentes nudos - del tallo principal en 4 estados del crecimiento del genotipo "Pinto Americano".

Los resultados anteriores son importantes, ya que como posteriormente se observa en la distribución de los frutos, éstos se ubican principalmente en los nudos de las ramas basales.

El hecho de que la mayor distribución del área foliar se encuentre en los nudos basales se debe a que en éstos se desarrollan las ramas de mayor tamaño

### Organos Reproductivos

Para evaluar la producción de estos órganos sólo se evaluó la cantidad de vainas presentes en la planta al momento de cada muestreo, no tomando en cuenta las que caían por abscisión.

La figura 20 muestra claramente la tendencia en los diferentes genotipos. En ésta se observa cómo el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 es el que presenta el mayor número de vainas, 20 a los 61 días. En el genotipo Pinto Americano, la mayor presencia de vainas se obtuvo a los 52 días, y por último el genotipo Jamapa, al igual que el Delicias 71 Selección Benavides No. 4, presenta su mayor producción a los 61 días pero con un número muy reducido, 4 vainas por planta.

Los cuadros 1, 2 y 3, muestran para cada genotipo, la cantidad de vainas presentes y su ubicación a los 61 días después de la siembra. Como se puede observar en dichos cuadros, el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 tiene la mayor producción de vainas del nudo 2 al 9, el Pinto Americano del 3 al 8 y el Jamapa su máxima producción la presenta en los últimos nudos del 7 al 9.

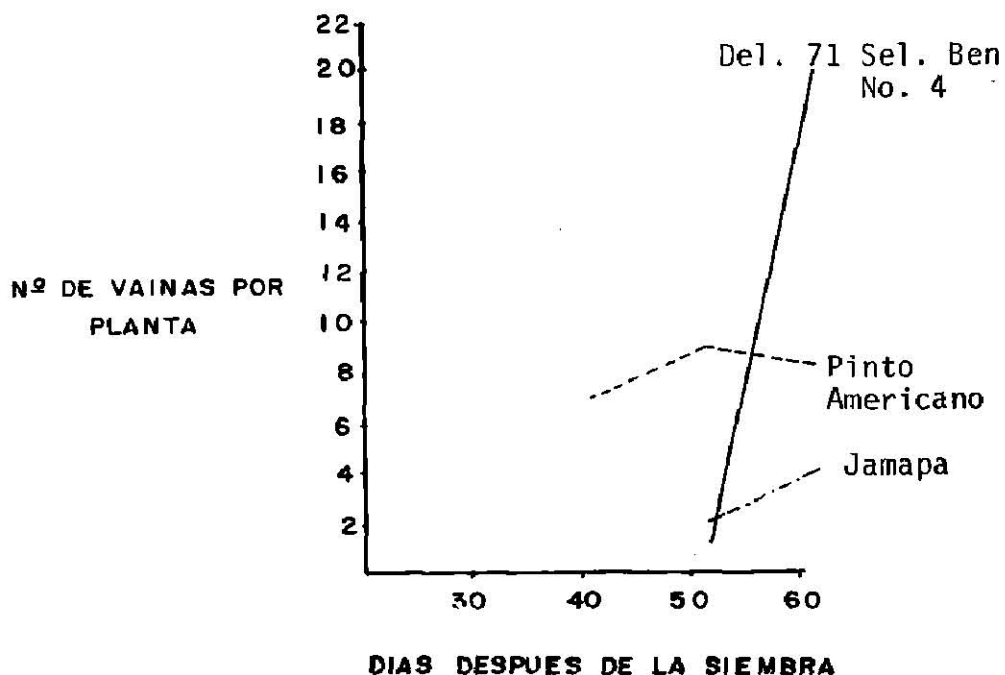


Fig. 20 Número de vainas presentes al momento del muestreo en cada uno de los genotipos bajo estudio.

+ Cuadro 1 Ubicación de los frutos presentes a los 61 días de la siembra en el genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4.

Nudo del tallo principal	Nudo de Rama					Total
	1	2	3	4	5	
1	-	-	-	-	-	---
2	.5	-	.7	.7	-	1.9
3	.3	.3	.7	.3	.5	2.1
4	.5	1.0	-	-	-	1.5
5	1.2	2.0	.7	.3	.2	6.4
6	1.7	.3	-	-	-	2.0
7	1.5	-	-	-	-	1.5
8	1.8	-	-	-	-	1.8
9	1.7	-	-	-	-	1.7
10	.5	-	-	-	-	.5
11	.3	-	-	-	-	.3
						19.7

+ Cuadro 2 Ubicación de los frutos presentes a los 61 días de la siembra en el genotipo "Jamapa".

Nudo del tallo principal	Nudo de Rama		Total
	1	2	
1	--	--	--
2	--	--	--
3	.3	--	.3
4	.5	--	.5
5	--	--	--
6	.3	--	.3
7	.8	--	.8
8	1.0	--	1.0
9	.5	--	.5
			<u>3.1</u>

+ Nota: En el nudo 1 de las ramas se incluyen las vainas presentes en el nudo del tallo principal de donde crecen éstas.

+ Cuadro 3 Ubicación de los frutos presentes a los 61 días de la siembra en el genotipo "Pinto Americano".

Nudo del tallo principal	Nudo de Rama			Total
	1	2	3	
1	--	--	--	---
2	--	--	--	---
3	.2	.3	.8	1.3
4	.7	--	--	.7
5	.8	.3	.3	1.4
6	1.2	--	--	1.2
7	1.3	--	--	1.3
8	1.3	--	--	1.3
9	.5	--	--	.5
10	--	--	--	---
11	.3	--	--	.3
				<u>8.0</u>

+ Nota: En el nudo 1 de las ramas se incluyen las vainas presentes en el nudo del tallo principal de donde crecen éstas.



Por otra parte en las figuras 21 A, 21 B y 21 C, se presenta la frecuencia de tamaños de las vainas producidas en cada uno de los tres genotipos: En el Pinto Americano a los 41 días después de la siembra ya se detectaba una pequeña cantidad de vainas, las cuales se encontraban en tamaños que iban desde 0.5-1.5 hasta 2.6-3.7 cm., a los 52 días las vainas presentaban tamaños de 0.5-3.7 cm. (52.9%) hasta 5.9-10.3 cm. (25.8%); 10 días después, a los 62 días, se habían presentado la abscisión y la presencia de vainas se había reducido, aunque en este caso existía una mayor presencia de vainas con tamaños superiores (32.5%) y los tamaños intermedios se habían reducido en comparación con el muestreo anterior (de 21.3% a 10.4%).

En el caso del Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y el Jamapa, la presencia de órganos se empezó a manifestar hasta los 52 días después de la siembra, la cantidad de éstas era muy reducida y su tamaño de la misma manera; presentándose en el caso del Delicias 71 Selección Benavides No. 4 tamaños entre 0.5 y 1.5 cm y en el Jamapa 0.5-1.5 cm. y 1.5-2.6 cm., posteriormente a los 62 días el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 presentaba una gran cantidad de vainas, mientras que en el genotipo Jamapa ésta era muy reducida, las frecuencias de los tamaños mostradas en las figuras respectivas para ambas variedades indican que las vainas de menor tamaño (0.5-3.7 cm.) eran más numerosas, 69.2% en el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y 100% en el Jamapa, mientras que las vainas con longitudes arriba de 6 cm. estaban en cantidades reducidas: 17.4% en el Delicias 71

Selección Benavides No. 4, y en el Jamapa no se presentaban vainas con esta magnitud.

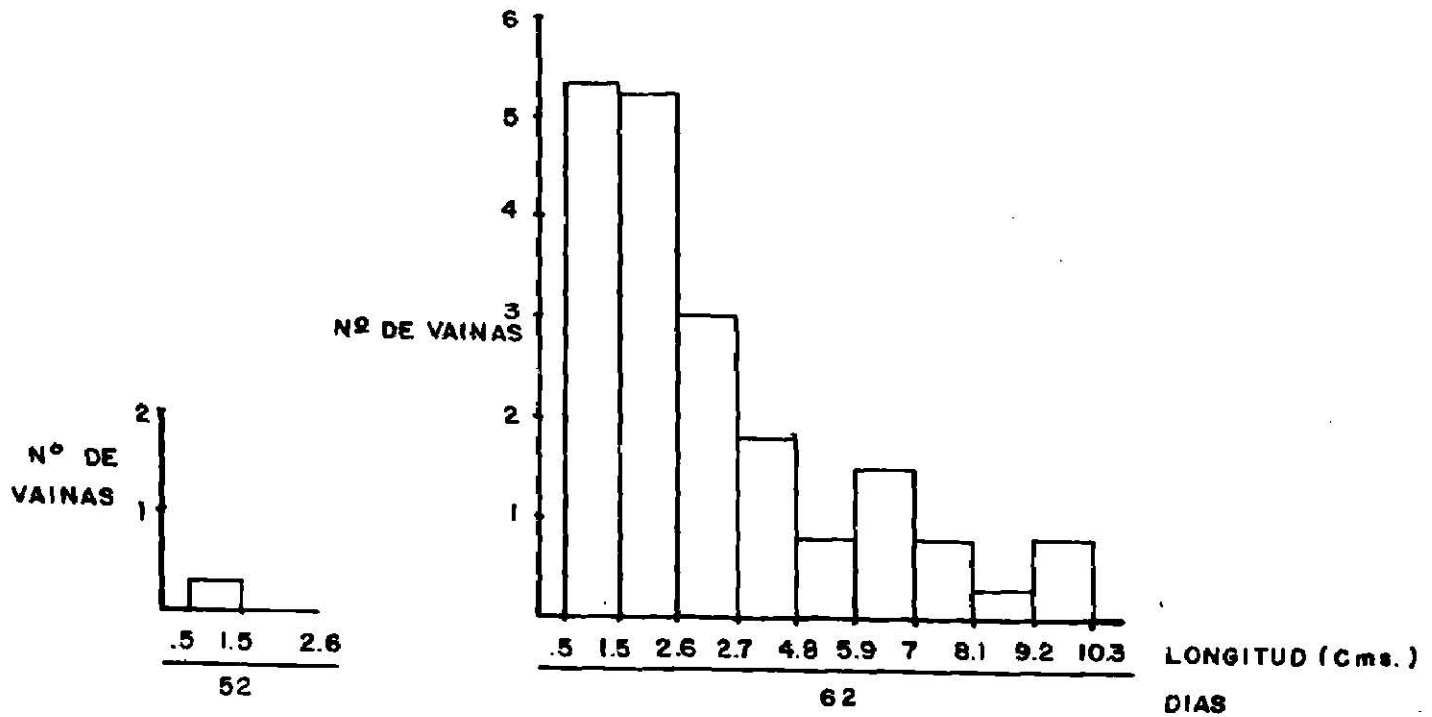


Fig. 21 A Longitud de las vainas presentes en dos estados del crecimiento del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4".

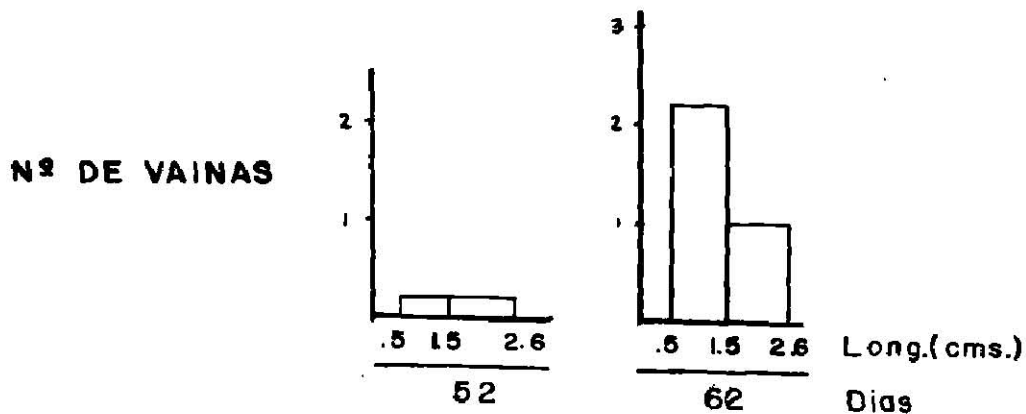


Fig. 21 B Longitud de las vainas presentes en dos estados del crecimiento del genotipo "Jamapa".

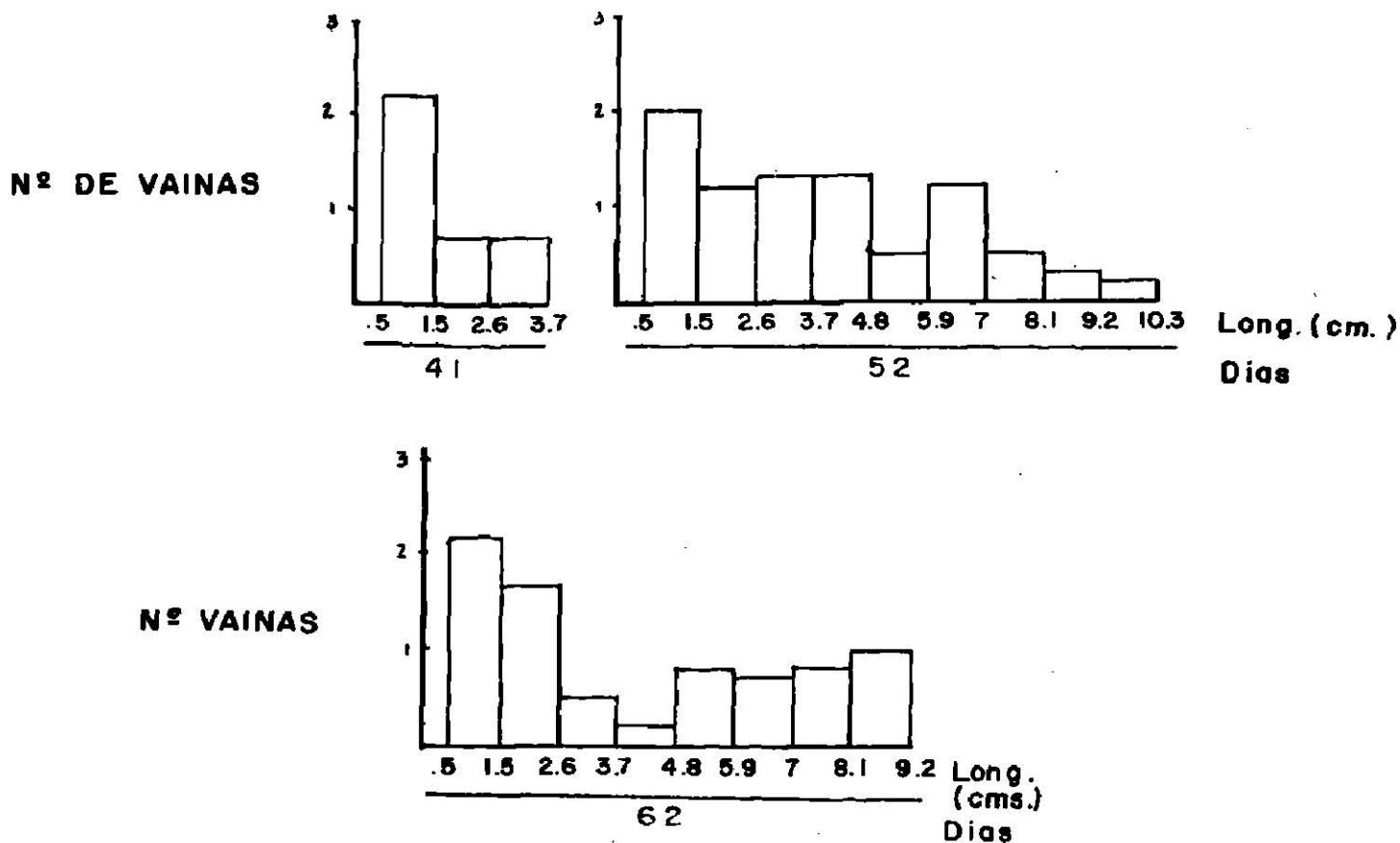


Fig. 21 C Longitud de las vainas presentes en tres estados del crecimiento del genotipo "Pinto Americano".

Los resultados anteriores indican que en el caso de el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y el Pinto Americano la mayor cantidad de frutos se desarrollaron en las ramas de los nudos basales. Esto puede deberse según Yañez (1977) a que a medida que las inflorescencias se aproximan al ápice del tallo -- presentan menos retención de frutos y/o a que el área fotosintética es insuficiente.

En el caso del Jamapa aparentemente, la mayor cantidad de frutos se desarrolla en los nudos terminales, aunque ésto no -- puede afirmarse con certeza debido a que los resultados obteni-

dos en producción de frutos son mínimos en esta variedad.

### Estructura General de los Diferentes Genotipos

Los esquemas de las estructuras típicas de cada uno de los genotipos que se muestran en la figura 22, nos permiten observar una estructura similar para los tres casos, en la cual las ramas que se desarrollan en los nudos basales son las que llegan a alcanzar mayor desarrollo, mayor producción de nudos y -- por lo tanto son las que tienen mayor cantidad de flores y de vainas en desarrollo. A medida que nos acercamos al ápice del tallo, observamos que las ramas van siendo cada vez de menor tamaño. En el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 es donde las ramificaciones alcanzan mayor dimensión siguiendo en este sentido el genotipo Jamapa y por último el Pinto Americano, siendo el segundo el que alcanza mayor dimensión de su tallo principal.

Las estructuras resultantes de los tres genotipos coinciden con las obtenidas en otros trabajos con la misma especie -- (Fanjul, 1978; Ramírez, 1981) e inclusive con la de otras especies (Guzmán, 1981), cuyos hábitos de crecimiento son parecidos a los del género Phaseolus. Esto hace pensar que existe prelación en el crecimiento y desarrollo de las ramas, a medida que van apareciendo en el eje caulinar.

### VARIABLES FISIOLÓGICAS

Peso fresco.

El contenido de humedad de los tejidos durante el creci---

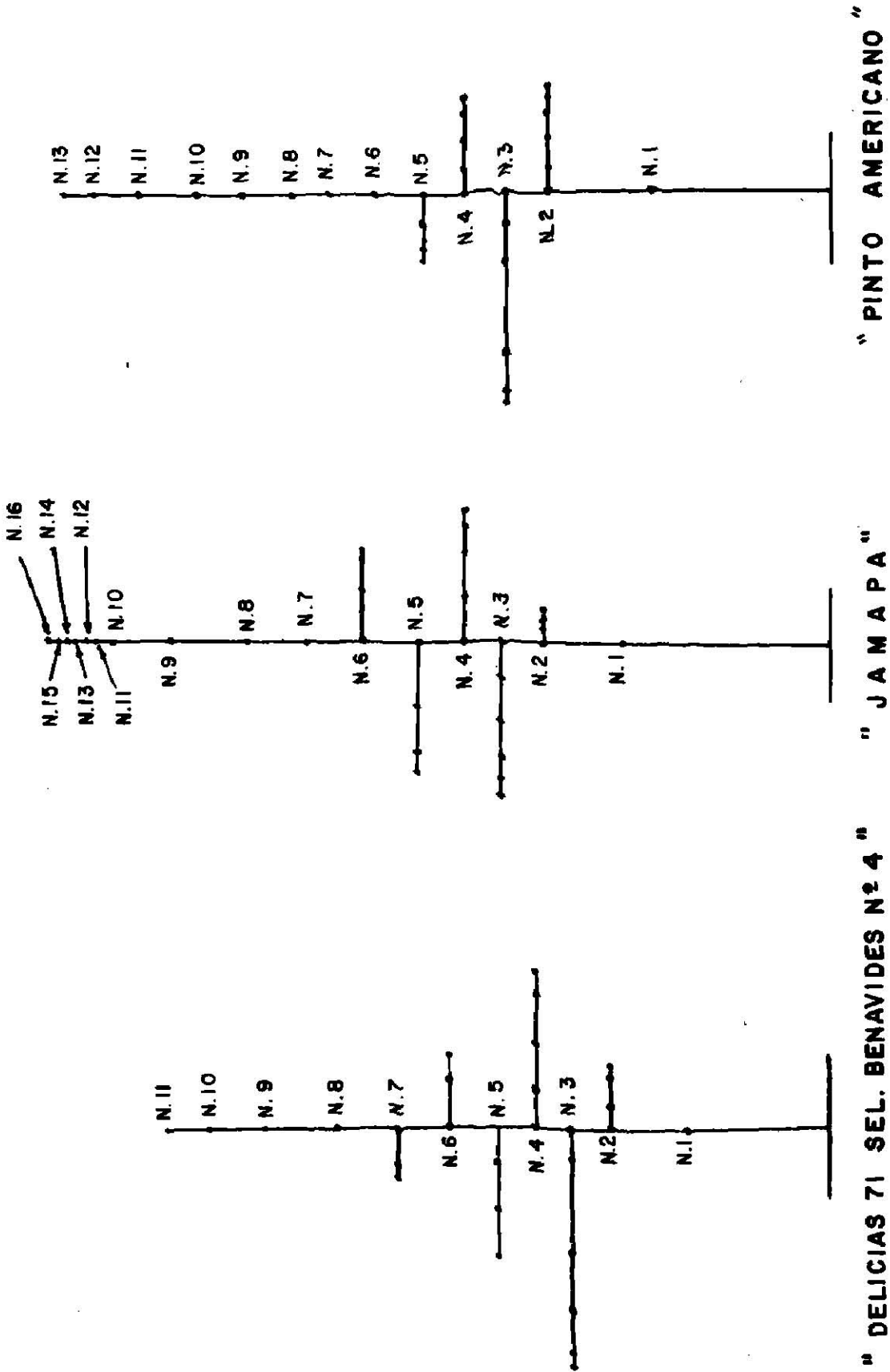


Fig. 22 Estructura caulinar de los tres genotipos bajo estudio.

Escala 1:1.5

miento siguió el mismo patrón en los tres genotipos, siendo mayor el % de humedad al principio del ciclo y reduciéndose ligeramente durante el resto del mismo. Los valores obtenidos para el peso fresco se muestran en los cuadros 4, 5 y 6.

Cuadro 4 Peso fresco, peso seco y % de humedad en diferentes estados del crecimiento del genotipo "Jamapa".

Días después de la siembra	Peso fresco	Peso seco	% de humedad
10	1.54	.1892	87.714
21	5.624	.6310	88.78
30	4.612	.6966	84.83
40	12.88	2.2806	82.29
51	34.11	5.3132	84.42
61	45.625	4.9549	85.43
73	-	7.0366	-

Cuadro 5 Peso fresco, peso seco y % de humedad en diferentes estados del crecimiento del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4".

Días después de la siembra	Peso fresco	Peso seco	% de humedad
10	1.39	.1912	91.33
21	4.024	.4285	89.35
30	4.281	.6380	85.09
40	9.103	1.4648	83.908
51	28.52	4.4653	84.34
61	87.115	8.759	84.63
73	-	7.1117	-

Cuadro 6 Peso fresco, peso seco y % de humedad en diferentes estados del crecimiento del genotipo "Pinto Americano".

Días después de la siembra	Peso fresco	Peso seco	% de humedad
10	1.016	.2410	76.279
21	5.15	.5830	88.679
30	6.9042	1.0402	84.93
40	14.498	2.6791	81.52
51	28.5799	4.3943	84.61
61	24.67	5.0912	83.86
73	-	10.0748	-

Los anteriores resultados nos indican que el % de humedad se puede considerar ligeramente bajo, comparado con los resultados que normalmente se obtienen en los tejidos vegetales. En nuestro caso, los bajos valores pudieron ser causados por error de manipulación, posiblemente al transportar las plantas de la parcela experimental a la balanza, éstas perdían una cantidad considerable de agua. Lo anterior puede ser la causa de que en el genotipo Pinto Americano se haya detectado a los 10 días después de la siembra un 76% de humedad. Lo que si es claro es -- que a medida que avanzaba el ciclo, las plantas iban presentando un menor % de humedad, ésto se debe a que existían en ellas estructuras en senectud, como son las hojas que se desarrollaban en los nudos basales de las ramas y del tallo principal.

#### Tasa de Asimilación Neta

Los valores de la tasa de asimilación neta (T.A.N.) de ca-

da uno de los genotipos se presentan en la figura 23, en la --- cual se puede observar que al principio del ciclo, dichas tasas eran altas, tendiendo a disminuir para los tres genotipos hasta los 30 días después de la siembra, siendo esta disminución muy drástica en el Jamapa, con valores desde 0.061 gr/dm<sup>2</sup>/día al -- principio del ciclo hasta 0.007 gr/dm<sup>2</sup>/día a los 30 días, mientras que en los demás genotipos esta disminución fué ligera. -- Posteriormente la T.A.N. se incrementó hasta las épocas de floración en las cuales alcanzó los máximos valores. El Jamapa y el Pinto Americano, a los 40 días después de la siembra llega-- ron a su máxima T.A.N. alcanzando valores de 0.074 gr/dm<sup>2</sup>/día -- para el primero y 0.081 gr/dm<sup>2</sup>/día para el segundo, mientras -- que el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 la máxima T.A.N. -- la alcanzó hasta los 51 días, presentando un valor de 0.052 gr/dm<sup>2</sup>/día. Posteriormente a las épocas de floración las tasas -- disminuyeron continuamente hasta el final del ciclo en los genotipos Jamapa y Delicias 71 Selección Benavides No. 4, en tanto que en el Pinto Americano la T.A.N. se volvió a incrementar a -- los 61 días alcanzando altos valores de 0.0127 gr/dm<sup>2</sup>/día.

Si analizamos los resultados anteriores, podemos notar que al inicio del ciclo las T.A.N. son altas y descienden continuamente hasta los 30 días después de la siembra, siendo más drástico este fenómeno para el genotipo Jamapa y en menor grado en el Pinto Americano, posteriormente dichas tasas vuelven a aumentar. Si comparamos estos resultados con los que cita la litera



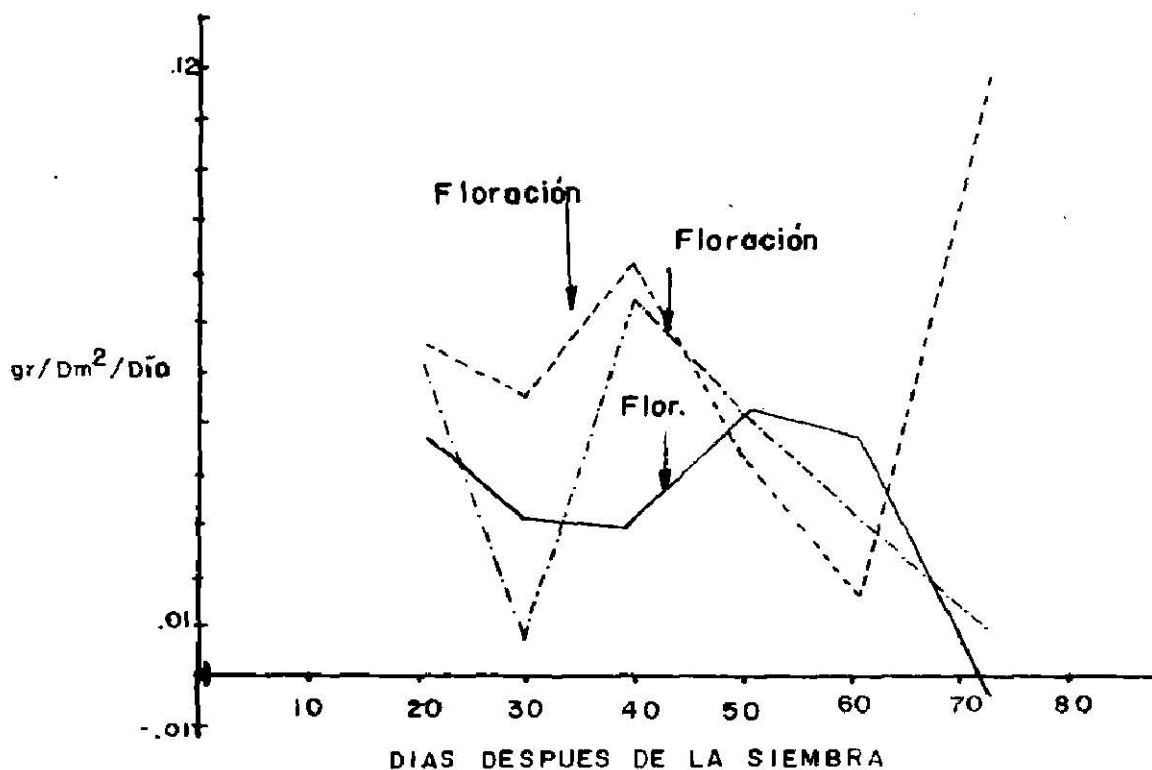


Fig. 23 Curvas que representan las tasas de asimilación neta - de cada uno de los genotipos bajo estudio "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" ( ——— ), "Pinto Americano" ( - - - - - ) y "Jamapa" ( . - - - - - ).

tura (Montes, 1977 y Fanjul, 1978), podemos observar que existe una contradicción, aunque cabe aclarar que Meneses trabajó con haba (*Vicia faba* L.) y Fanjul con una variedad de frijol de hábito de crecimiento indeterminado (Tipo IV); los valores que -- ellos mencionan para etapas posteriores coinciden con nuestros resultados, en los cuales las T.A.N. disminuyen cuando se inicia la floración. El hecho de que los valores de dichas tasas se incrementen antes de las etapas de floración se podría deber a que se aumenta la demanda de fotosintatos y en forma indirecta fuerza a las hojas a incrementar su velocidad de fotosíntesis,

tal como reportan Tanaka y Yamaguchi (1977) en sus estudios con Zea mayz L.

Por otra parte el hecho de que el Pinto Americano haya incrementado de nuevo su T.A.N. a los 61 días del crecimiento, podría tener su explicación al analizar las curvas que nos representan las temperaturas incidentes durante el desarrollo del cultivo (fig. 29), pudiendo observarse que en el momento en que se presentan estos nuevos ascensos en los valores de la T.A.N. se presenta marcadamente una fluctuación de temperaturas diurnas y nocturnas muy amplias, alcanzando a los 61 días después de la siembra diferencias de  $26.5^{\circ}\text{C}$ , siendo la diurna de  $37^{\circ}\text{C}$  y la nocturna de  $10.5^{\circ}\text{C}$ . Lo anterior pudo tener como consecuencia una respuesta del crecimiento, marcado en la T.A.N. del Pinto Americano y no detectándose en este grado en las variedades restantes.

#### Producción de Materia Seca

La producción de materia seca siguió la misma tendencia en los tres genotipos con una pequeña variante en el Delicias 71 - Selección Benavides No. 4, en el cual a los 61 días después de la siembra se presentaba una declinación en el peso seco en comparación con el Jamapa y el Pinto Americano, los cuales todavía seguían incrementando esta variable. El Pinto Americano fue el que produjo mayor cantidad de materia seca con 10.1 grs. aproximadamente a los 73 días después de la siembra, le siguió el Delicias 71 Selección Benavides No. 4, el cual a los 61 días ha--

bía producido 8.7 grs. de peso seco, mientras que el Jamapa su máxima acumulación la tenía a los 73 días con 7 grs. Los anteriores resultados los podemos observar en la figura 24.

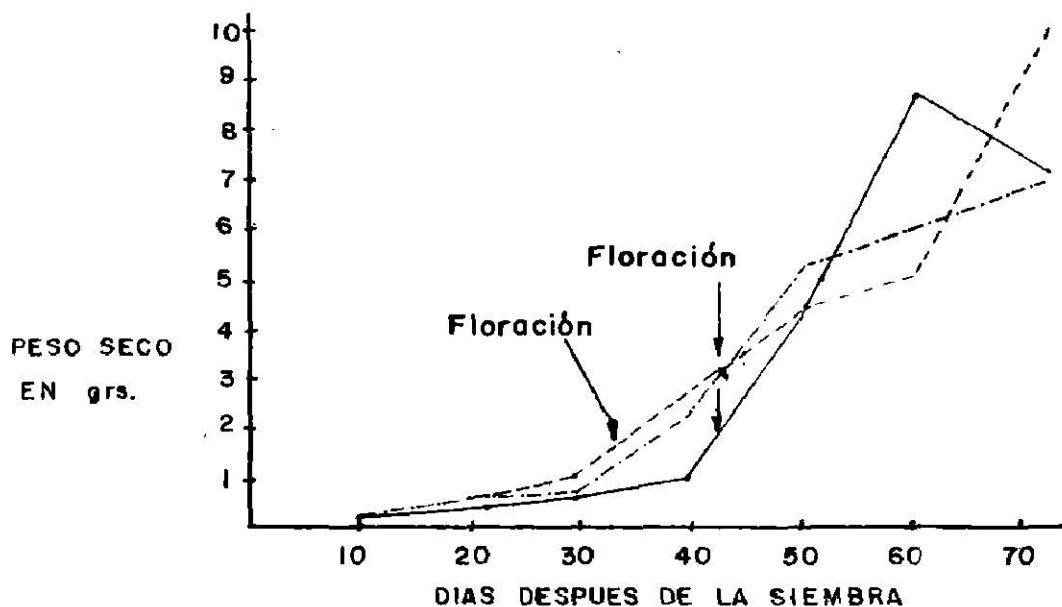


Fig. 24 Peso seco total de cada uno de los genotipos bajo estudio "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" ( ——— ), "Pinto Americano" ( - - - - - ) y "Jamapa" ( - · - · - · ).

Los valores obtenidos sobre la acumulación de materia seca nos indican que el genotipo Delicias 71 Selección Benavides No. 4 fué el mas eficiente en la producción de ésta hasta los 61 -- días, debido a que produjo mayor cantidad de área foliar a esas fechas, siguiéndole el Jamapa y por último el Pinto Americano, sin embargo en el muestreo final era éste el que mayor acumulación de materia seca tenía, esto posiblemente se deba a que en el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 el fenómeno de abscisión era marcado.

Por otra parte se nota que la mayor acumulación de materia seca en los tres genotipos se produce después del inicio de la floración.

Tasa Relativa de Crecimiento del Peso Seco. En relación a las Tasas Relativas de Crecimiento del peso seco total para cada uno de los genotipos, los resultados se presentan en la figura 25, en ésta se observa que al principio del ciclo las T.R.C. eran altas, tendiendo a disminuir en los tres genotipos hasta los 30 días después de la siembra, en el caso del Jamapa esta disminución fué drástica, variando de 0.10 gr/gr/día al principio del ciclo hasta los 0.012 gr/gr/día a los 30 días después de la siembra, mientras que en los 2 genotipos restantes esta disminución fué ligera; las velocidades se incrementaron en seguida hasta las épocas de floración, en las cuales alcanzaron los máximos valores. El Jamapa y el Pinto Americano fueron los que primero llegaron a su máxima velocidad de crecimiento en peso seco, a los 40 días de la siembra, siendo los valores para el primero de 0.118 gr/gr/día y para el segundo de 0.095 gr/gr/día, mientras que el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 alcanzó la máxima tasa hasta los 51 días, siendo la magnitud de ésta de 0.106 gr/gr/día.

Posteriormente a las épocas de floración las tasas relativas de crecimiento disminuyeron; en el caso del Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y el Jamapa, esta disminución fué continua hasta el final del ciclo, mientras que en el Pinto America-

no se volvió a presentar un incremento a los 61 días, alcanzando T.R.C. relativamente altas de 0.056 gr/gr/día.

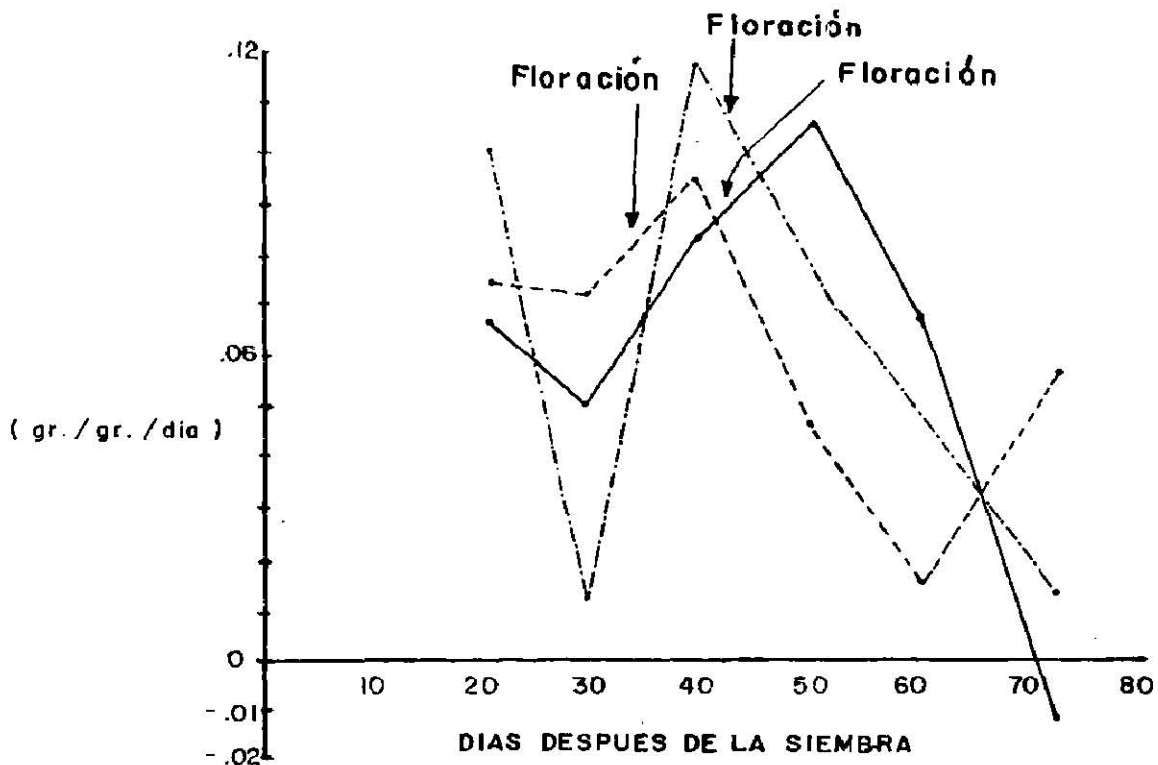


Fig. 25 Curvas que nos representan las tasas relativas de crecimiento del peso seco total de los genotipos bajo estudio: "Delicias 71 Selección Benavides No. 4" (—), "Pinto Americano" (-----) y "Jamapa" (-.-.-.-.-.)

En cuanto a las velocidades de crecimiento del peso seco, nuestros resultados coinciden con lo que cita la literatura para la etapa posterior a la floración (Montes, 1977 y Ramírez, 1981) en la cual los valores de las Tasas Relativas de Crecimiento (T.R.C.) son descendentes. Las funciones presentadas en la fig. 25 que nos representan las T.R.C. del peso seco para

cada uno de los genotipos, las podemos interpretar en forma similar a como se interpretó la figura 23 para la Tasa de Asimilación Neta (T.A.N.), puesto que el crecimiento en peso seco es producto principalmente de la velocidad de fotosíntesis.

Distribución del Peso Seco. Los resultados obtenidos de la distribución del peso seco nos indican que hasta los 61 días la -- tendencia de este proceso fué similar en los tres genotipos, -- siendo los organos vegetativos los que contribuían en mayor proporción al peso seco total. Posteriormente a esta fecha se seguía el mismo patrón tanto en el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 como en el Jamapa, mientras que en el Pinto Americano se modificaba, siendo el peso seco de los órganos reproductivos superior al de los vegetativos.

De los órganos vegetativos eran las hojas, a lo largo del ciclo, las que acumulaban la mayor cantidad de materia seca, -- siendo a los 61 días después de la siembra el 71.9% del peso seco total de la planta en el Delicias 71 Selección Benavides No. 4, el 67.7% en el genotipo Jamapa y el 43.3% en el Pinto Americano. Al momento del último muestreo, 76 días después de la -- siembra, en el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y el Jamapa el peso seco de las hojas había disminuído; mientras que en el Pinto Americano entre los 52 y los 76 días había presentado una ligera fluctuación disminuyendo y posteriormente aumentando, lo cual hizo que el valor absoluto de peso seco en el último muestreo fuera superior ligeramente al que presentaba a los

52 días.

El tallo principal era el segundo órgano vegetativo en --- cuanto a la magnitud del peso seco, siendo los valores de éste ascendentes en general para los genotipos Pinto Americano y Jamapa hasta los 52 días después de la siembra, y hasta los 61 en el Delicias 71 Selección Benavides No. 4, momentos en los cuales tendían a estabilizarse en las dos primeras o a disminuir - en el último caso. Este órgano no comprendió más del 13% del peso seco total de las plantas de cada uno de los genotipos.

En el caso de los órganos reproductivos, los valores de peso seco de éstos, tendieron a aumentar hasta el momento del último muestreo. El peso seco de éstos se empieza a manifestar - primero en el genotipo Pinto Americano a los 40 días después de la siembra, y en el caso del Delicias 71 Selección Benavides -- No. 4 y el Jamapa a los 52 días después de la misma. El órgano que más contribuía al peso seco total de las estructuras reproductivas era el fruto, el cual comprendía del peso seco de estos durante el último muestreo el 50.6% en el genotipo Pinto -- Americano, 32.8% en el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y 22.9% en el Jamapa, mientras que la flor en las tres variedades no rebasaba el 2.5%. El peso seco de los órganos reproductivos en comparación con el peso seco total de las plantas representaba los siguientes valores: 52.22% para el Pinto Americano, ---- 34.33% para el Delicias 71 Selección Benavides No. 4 y 25.35% - para el Jamapa, notándose que en el primer genotipo el peso seco de los órganos reproductivos era superior al de los vegetativos.

Los resultados anteriores y en general la distribución del peso seco para cada uno de los órganos de los 3 genotipos, se presentan en las figuras 26, 27 y 28 y en los cuadros 7, 8 y 9.

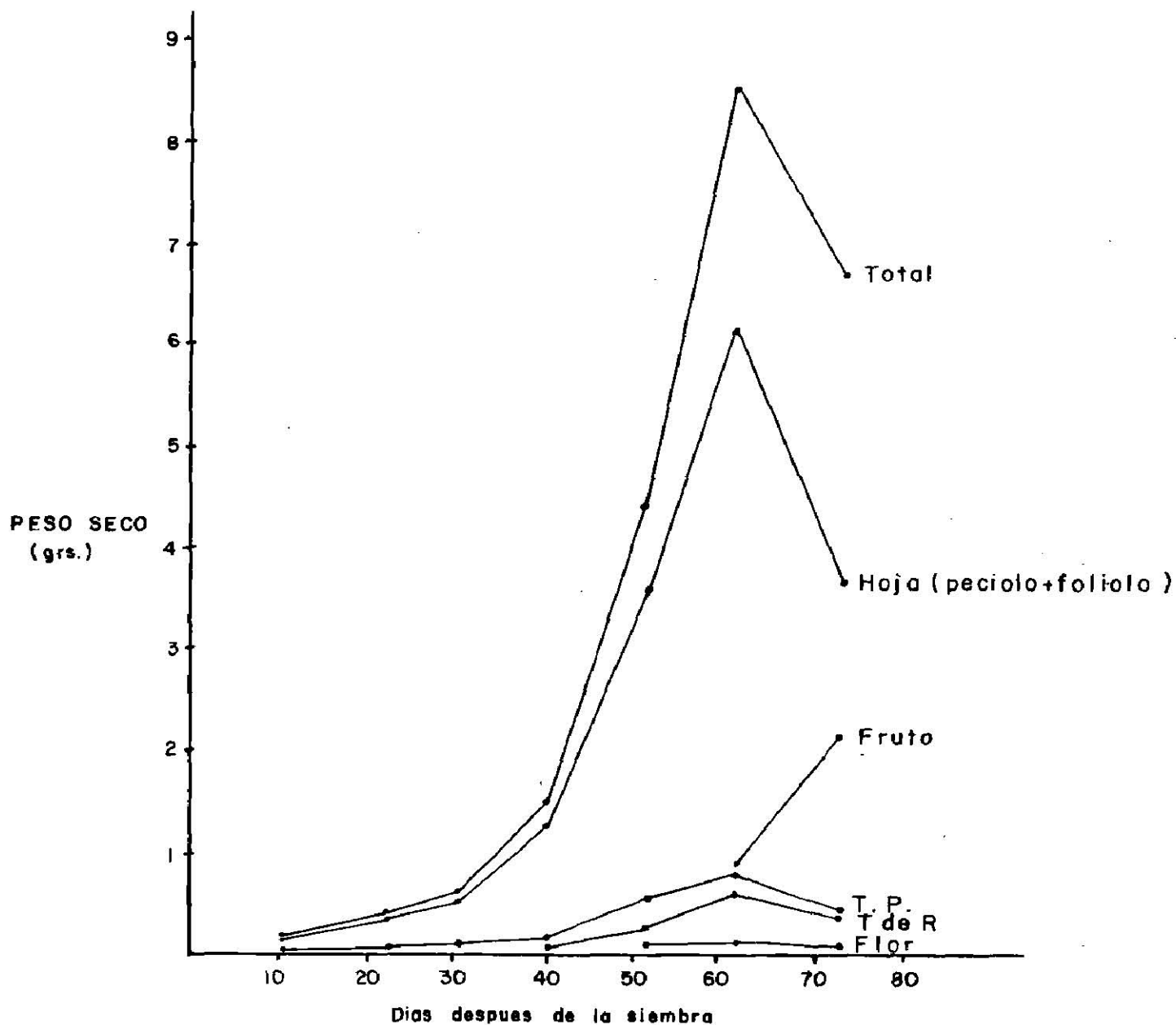


Fig. 26 Curvas de crecimiento del peso seco total y del peso seco de los diferentes órganos del genotipo "Delicias 71 Selección Benavides No. 4"  
Nota: T.P. = Tallo Principal  
T de R = Tallo de Ramas.



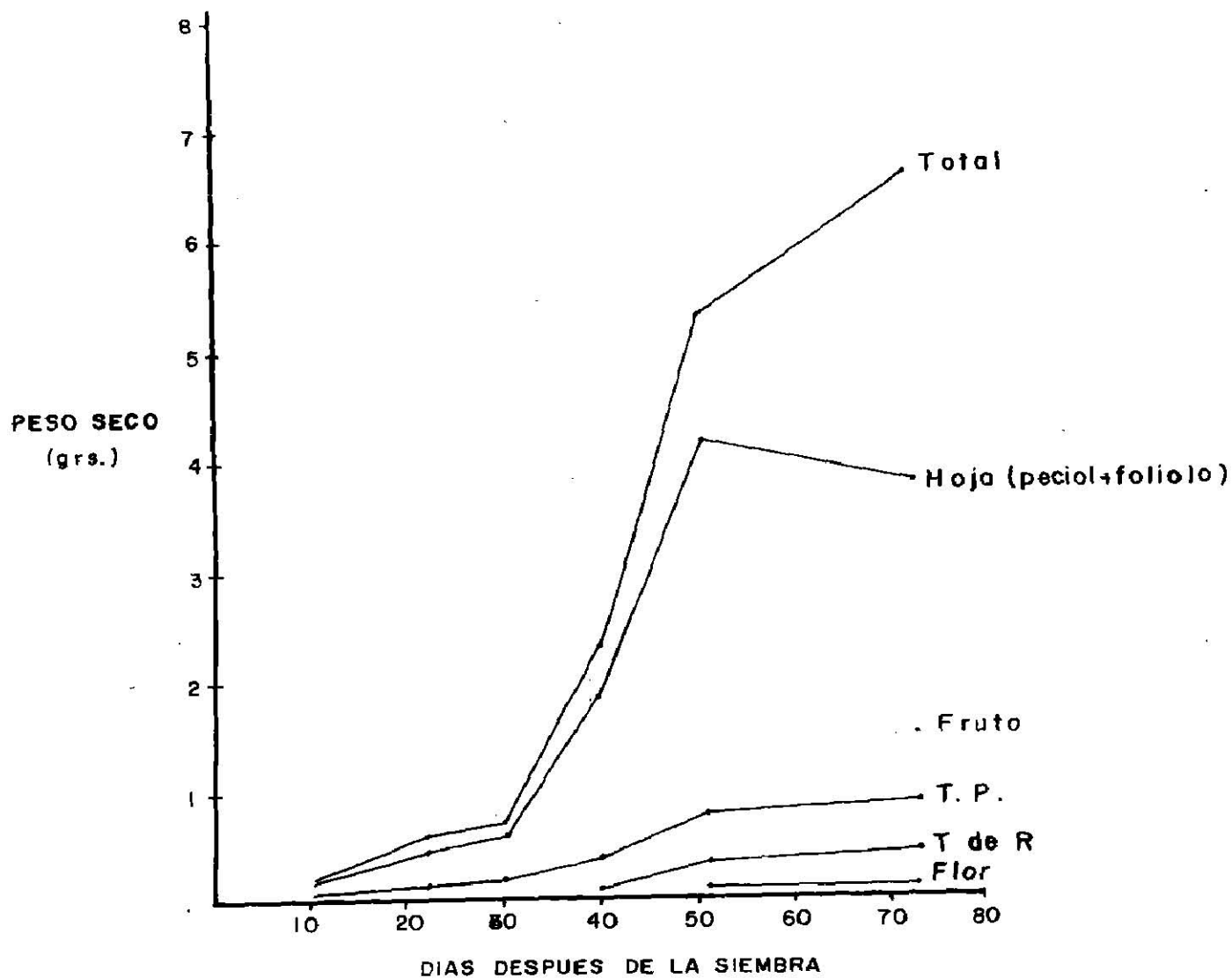


Fig. 27 Curvas de crecimiento del peso seco total y del peso seco de los diferentes órganos del genotipo "Jamapa".

Nota: T. P. = Tallo Principal  
T de R = Tallo de Ramas.

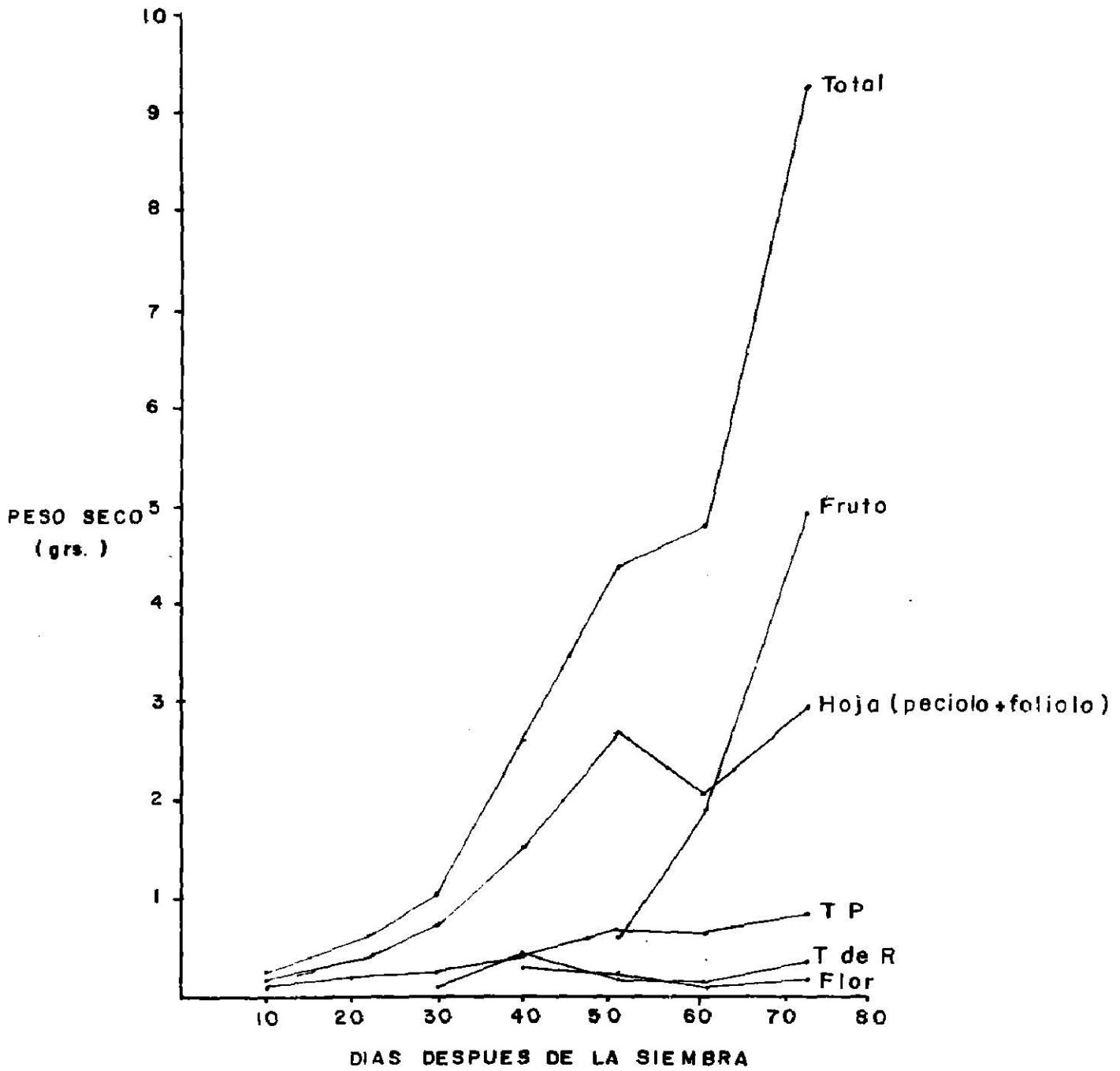


Fig. 28 Curvas de crecimiento del peso seco total y del peso seco de los diferentes órganos del genotipo "Pinto Americano".

Nota: T. P. = Tallo Principal  
T. de R. = Tallo de Ramas.

Cuadros 7, 8 y 9. Distribución del peso seco (en %) entre los diferentes órganos de los genotipos "Delicias 71 Selección Benavides No. 4", "Jamapa" y "Pinto Americano" respectivamente.

Días después de la siembra	Organo						
	Tallo		Hoja		Flor	Fruto	materia Desprendida
	Principal	Ramas	Folículo	Pecíolo			
10	24.2	--	64.5	11.3	--	--	--
21	17.7	--	67.1	15.1	--	--	--
30	14.2	--	78.3	7.4	--	--	--
40	12.8	2.5	74.2	10.6	--	--	--
51	13.2	5.5	66.5	13.4	1.3	--	--
61	9.4	6.9	60.2	11.8	1.3	9.9	1.5
73	6.9	5.0	44.9	6.8	0.8	30.4	5.2
10	28.7	--	66.9	4.4	--	--	--
21	30.3	--	55.2	14.5	--	--	--
30	17.6	--	74.3	8.1	--	--	--
40	16.1	2.3	70.6	11.1	--	--	--
51	14.0	5.4	67.5	11.5	1.6	--	--
61	--	--	--	--	--	--	--
73	12.1	5.5	43.8	8.6	1.2	21.4	7.5
10	41.0	--	50.2	8.8	--	--	--
21	34.0	--	54.5	11.5	--	--	--
30	21.6	1.0	68.3	10.1	--	--	--
40	15.4	3.9	57.9	12.1	10.6	--	--
51	15.7	3.3	53.7	8.9	3.6	14.7	--
61	12.4	2.9	33.6	7.4	1.7	37.4	4.6
73	8.4	3.6	25.5	4.1	1.7	49.4	7.5

Como indican los resultados anteriores se ve claramente -- que las plantas presentan el mismo patrón de asignación de materia seca entre los diferentes órganos. El hecho de que el genotipo Pinto Americano fuera excepción en el caso del fruto, el órgano que mayor asignación de materia seca tenía a los 73 días, se debe a que esta variedad presentó flores en antesis antes -- que las otras 2 variedades, por lo que los frutos estaban mas -- desarrollados.

Coincidiendo con (Fanjul, 1978), existió una relación entre el peso seco total y el asignado a los frutos, siendo mayor el valor absoluto de éste en la medida que presentaba magnitudes superiores el peso seco total, así tenemos que la variedad Pinto Americano fué la que alcanzó un peso seco total superior a las otras 2 variedades y por lo tanto los valores absolutos -- del peso seco del fruto fué superior, siguiéndole el Delicias -- 71 Selección Benavides No. 4 y por último el Jamapa.

Por otra parte, como ya se discutió anteriormente, aparentemente la asignación de materia seca para el crecimiento de -- los frutos trae como consecuencia que los demás órganos detengan su crecimiento, pudiendose afirmar que cuando se inicia el desarrollo de las vainas los demás órganos dejan de crecer y en el caso de las hojas a disminuir, debido principalmente a que -- el fenómeno de abscisión se acentúa.

#### VARIABLES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales como la precipitación pluvial

y la temperatura máxima, media y mínima que prevalecieron durante el estudio se presentan en la siguiente figura (29).

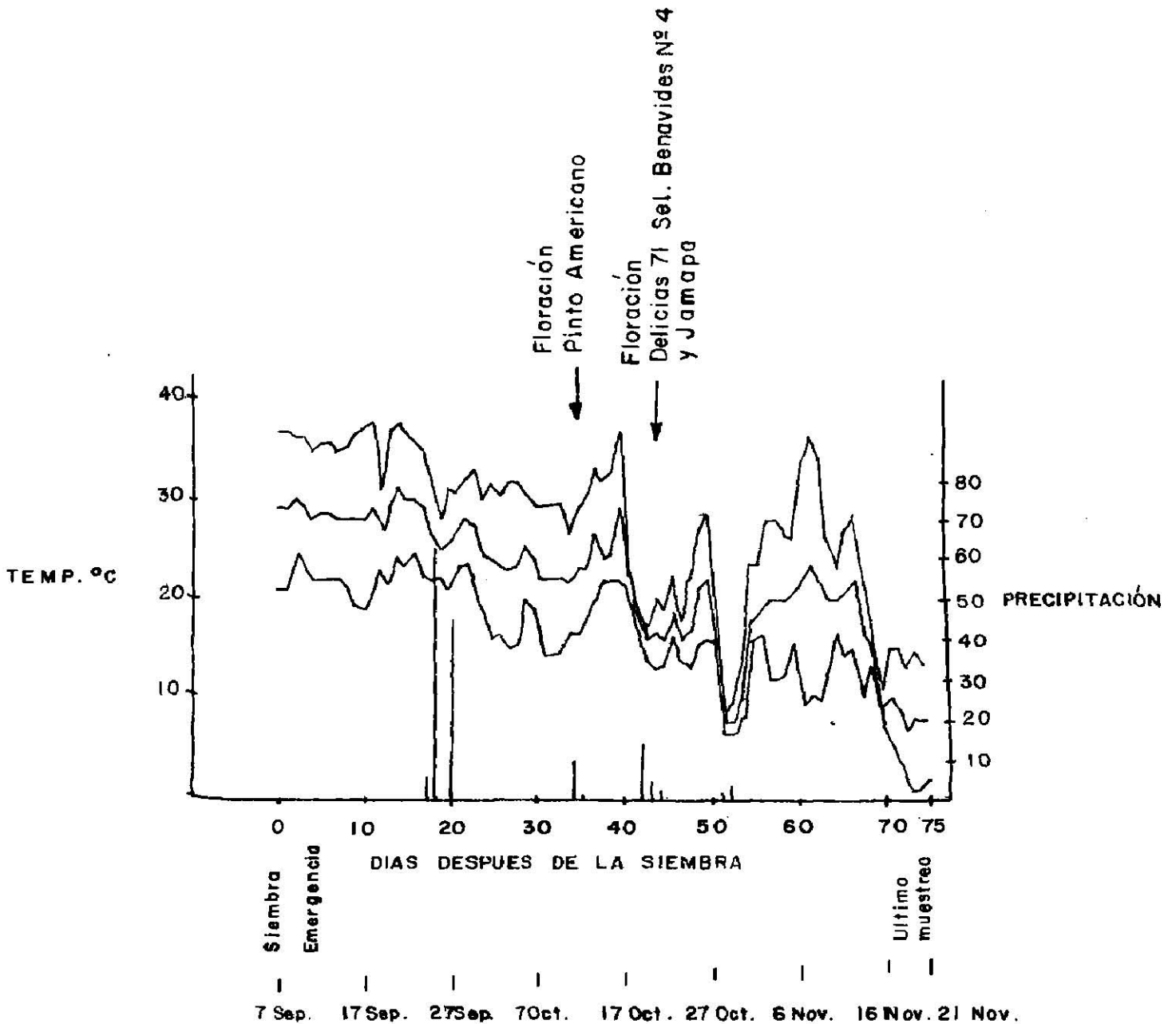


Fig. 29 Precipitación, temperatura máxima, media y mínima prevalecientes durante el estudio.

## DISCUSION GENERAL

Los resultados presentados anteriormente nos indican que el patrón de crecimiento de los 3 genotipos bajo estudio fue similar, con ligeras variantes, y se presentan durante su desarrollo tres etapas claramente definidas, la primera la llamaremos etapa de crecimiento vegetativo, la segunda etapa de diferenciación y la tercera etapa de maduración.

Etapa de crecimiento vegetativo: en esta etapa sucede solo el crecimiento del tallo principal y de sus hojas. Si nosotros analizamos las funciones del crecimiento en longitud total (figs. 4, 5, 6, 8, 9 y 10), peso seco total (fig. 24) y área foliar total (fig. 15) y los comparamos con una curva sigmoide típica podemos observar que a esta etapa le corresponde la primera fase de la curva, comúnmente denominada "fase exponencial". En esta etapa las tasas relativas de crecimiento de las diferentes variables estudiadas son descendentes, volviendo a ascender hasta el inicio de la siguiente etapa.

Etapa de diferenciación: esta segunda etapa se inicia con la liberación de las yemas laterales que darán origen a las ramas de primer orden, y se inicia la diferenciación de los órganos reproductivos y su posterior desarrollo. Las tasas relativas de crecimiento de las variables estudiadas aumentan continuamente hasta el momento en que se empiezan a presentar flores en antesis, volviendo nuevamente a descender estas velocidades mencionadas, considerándose este último fenómeno como terminación de la segunda etapa; ésta dentro de una curva sig-

moide de crecimiento se iniciará cuando se inicia la fase "lineal o rectilínea" y terminaría casi a la mitad de la misma.

Etapa de maduración: en esta etapa se produce de "lleno" la antesis de las flores con su posterior desarrollo en frutos, continuando en forma simultánea el crecimiento del tallo y de las hojas, tanto del eje principal como de las ramas, además - se produce la abscisión tanto de órganos reproductivos como de hojas en senectud. Las T.R.C. y las T.A.N. de los diferentes órganos son descendentes. En relación a las Tasas de Asimilación Neta (T.A.N.), son descendentes en las tres variedades a excepción de la Pinto Americano en la cual a los 62 días asciende.

Los coeficientes de variación observados en las diferentes variables indican que a medida que el ciclo transcurría, - los coeficientes de variación aumentaban, llegando a ser en algunos casos alrededor del 100%, considerando que las condiciones de sustrato, disponibilidad de agua y otros, fueron similares para todas las unidades experimentales, estos altos coeficientes se atribuyen a las diferencias en la manipulación que cada investigador efectuaba para la cuantificación de las variables por el método de "lecturas", esto se confirma al compararse dichos coeficientes de variación con los obtenidos en las estimaciones hechas por el método de "muestreos" siendo estos en general considerablemente menores que los primeros.

## CONCLUSIONES

- 1.- Los genotipos estudiados mostraron, en general, el mismo patrón de crecimiento.
- 2.- El crecimiento desde la emergencia hasta los 73 días (momento del último muestreo) sucedió en 3 etapas:
  - a) Etapa de crecimiento vegetativo.
  - b) Etapa de diferenciación.
  - c) Etapa de maduración.
- 3.- La manipulación de las plantas durante la cuantificación de las variables morfológicas, trajo como consecuencia inhibición del crecimiento de éstas.



### RECOMENDACIONES

- 1.- Cotejar a nivel de campo la información obtenida, aumentando la variación genética con variedades de hábito de crecimiento tipo II y tipo III.
- 2.- Se recomienda hacer énfasis en el estudio de los órganos reproductivos para determinar en que intervalos de la floración (primera a última flor en antesis) existe mayor posibilidad de amarre del fruto.
- 3.- Utilizar el "método de muestreo" para la cuantificación de las variables, para evitar así la manipulación de las plantas.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR M., I. 1975. Efecto de la competencia entre plantas y su eliminación sobre el rendimiento y sus componentes - en Phaseolus vulgaris L. variedad michoacana 12-A-3. - Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo México.
- AYKROYD, W. R. y J. DOUGHTY. 1964. Las leguminosas en la nutrición humana. Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres. Roma. O.N.U., F.A.O. 152 p.
- BARRERA S., J. 1980. Nodulación, rendimiento y algunos componentes del rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y maíz (Zea mays L.) en cultivo asociado. Tesis de maestro en ciencias. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo. México.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1977a. Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.). - Volúmen I. p. 55. Smith, F. L. y Pryor, R. M. 1962. - Effects of maximum temperature on age on flowering and seed production in three bean varieties (Efectos de la edad y la temperatura máxima sobre la floración y la producción de semilla en tres variedades de frijol).

- C.I.A.T. 1977b. Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.). Volúmen I. p. 44. Padda, D. S. 1968. - Physiological genetic studies of photoperiodic responses in beans (Estudios fisiológico-genéticos de la respuesta al fotoperíodo en frijol).
- C.I.A.T. 1977c. Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.). Volúmen I. p. 38. Mack, H. J. y Singh, J. N. 1969. Effects of high temperature on yield and carbohydrate composition of bush snap beans. (Efectos de la alta temperatura sobre el rendimiento y la composición de carbohidratos de la habichuela arbustiva).
- C.I.A.T. 1977d. Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.). Volúmen I. p. 63. Wallace, D. H. y Oz-- bun, J. L. 1971. Redesignin por higher yields (Redise-- ño de plantas para altos rendimientos).
- C.I.A.T. 1977e. Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.). Volúmen I. p. 13. Austin, R. B. y Mac-- lean, M. S. M. 1972. Some effects of temperature on -- the rates of photosynthesis and respiration of Phaseolus vulgaris L. (Algunos efectos de la temperatura sobre -- las tasas de fotosíntesis y respiración de Phaseolus -- vulgaris L.).
- C.I.A.T. 1977f. Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus

vulgaris L.). Volúmen I. p. 52. Schulteis, D. T. ---  
1972. Aeration level and moisture stress in root micro-  
climate and their interactive effect on snap bean phy-  
siology. (La falta de aereación y de humedad en el mi-  
croclima de las raíces y su efecto interactivo en la fi-  
siología del frijol arbustivo).

C.I.A.T. 1978. Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus -  
vulgaris L.). Volúmen III. p. 75. Brandes, D. 1971.  
Análise de crescimento do feijoeiro (Phaseolus vulga-  
ris L.) efeito da densidade e la época de plantio. (Aná-  
lisis del crecimiento del frijol, efectos de la densi-  
dad y época de siembra).

C.I.A.T. s.f. Guía de estudio. Morfología de la planta de --  
frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Cali, Colombia.  
49 p.

DIAZ M., F. 1974. Estudio preliminar sobre algunos componen-  
tes morfológicos y fisiológicos del rendimiento en cua-  
tro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Te-  
sis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados,  
Chapingo, México. 127 p.

DEMOLON, A. 1972. Principios de agronomía; crecimiento de ve-  
getales cultivados. Trad. de la 5a. ed. francesa por -

José Perez Malla. Barcelona, Ed. Omega. pp. 389-427.

FANJUL P., L. 1978. Análisis de crecimiento de una variedad - de Phaseolus vulgaris L. de hábito indeterminado y ensayo preliminar para el estudio de las relaciones entre - la fuente y la demanda de los fotosintatos. Tesis de - Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

FOGG, E. G. 1967. El crecimiento de las plantas. Trad. Jorge Wright. Buenos Aires, EUDEBA. pp. 1-180.

GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación - climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones - de la República Mexicana). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 246 p.

GREULACH, V. A. y J. E. ADAMS. 1970. Las plantas. Versión española: Dr. Ramón Riva y Nava Esparza. Ed. Limusa. -- 679 p.

GUZMAN F., C. 1981. Estudios morfológicos y fisiológicos en - calabaza (Cucurbita pepo L.). Resumen del trabajo pre-sentado en el ciclo de seminarios del departamento de - graduados de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (sin publicar).

- INSTITUT NATIONAL DE VULGARISATION POUR LES FRUITS, LEGUMES ET CHAMPIGNONS. 1970. La judía verde. Trad. Lourdes Buesa Oliver. París, Ed. Acribia. 134 p.
- KOHASHI, S. J. 1979. Fisiología. In. Engleman, E. M. Contribución al conocimiento del frijol (Phaseolus vulgaris - L.) en México. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 23-58.
- LAMBETH, N. V. 1950. Some factors influencing pod set and yield of the lima bean. University of Missouri. College of agriculture. Agricultural experiment station. - Bulletin 466. 60 p.
- MIRANDA C., S. 1966. Identificación de las especies mexicanas y cultivadas del género Phaseolus. Serie de investigación No. 8. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 15 p.
- MIRANDA C., S. 1967. Origen de Phaseolus vulgaris L. (frijol común). Agrociencia 1(2): 99-109.
- MIRANDA C., S. 1973. Mejoramiento del frijol en México. In. Oscar Brauer Herrera. Fitogenética Aplicada. México. Ed. Limusa-Willey. pp. 412-416.

- MONTES M., J. 1977. Componentes del rendimiento y parámetros fisiológicos en cuatro variedades de haba (Vicia faba - L.). Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- NUÑEZ R., R. 1976. Estudio de componentes del rendimiento en cuatro variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) sembradas a cuatro densidades en Gral. Escobedo, N. L., ciclo tardío 1975. Tesis Ing. Agr. Fitotecnista. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León., Monterrey, N. L.
- PARSON, D. B. 1981. Frijol y Chícaro. México, Ed. Trillas. - pp. 21-22.
- PEREZ G., P., R. Trujillo F. y A. Martínez G. 1976. Componentes del rendimiento y comparación de métodos de selección en frijol (Phaseolus vulgaris L.) después del tratamiento mutagénico (radiaciones gamma Co-60). Agrociencia, (25): 45-63.
- RAMIREZ C., L. 1981. Efectos del sulfato ferroso ( $FeSO_4$ ) sobre los componentes del rendimiento de una variedad de hábito semideterminado de frijol (Phaseolus vulgaris - L.), creciendo en el suelo alcalino. Tesis Biólogo. -

Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L.

RAVEN, P. H. y H. CURTIS. 1975. Biología vegetal. Barcelona, Ed. Omega. 715 p.

SALINAS G., G. E. 1979. Apuntes del curso de aplicación genotécnica. Coordinador Dr. Fidel Márquez Sánchez. Rama de genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo. México (no publicado).

SALISBURY, F. B. y R. V. PARAE. 1968. Las plantas vasculares; forma y función. Trad. Ramón Riba y Nava Esparza. México A.I. D. pp. 34-41.

SIVORI, E. M., E. R. MONTALDI y O. H. CASO. 1980. Fisiología vegetal. Buenos Aires, Ed. Hemisferio Sur. pp. 391-406.

SUGE, H. 1976. Curso de control hormonal de crecimiento. Mimeografiado (no publicado). Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México.

TANAKA, A. y J. YAMAGUCHI. 1977. Producción de materia seca, componentes del rendimiento y rendimiento del grano en maíz. Traducido del inglés por Josué Kohashi Shibata. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 124 p.



- WARLDAN, I. F. 1968. The control and pattern of movement of -- carbohydrates in plants. Bot. Rev., 34: 79-105.
- WEBER, C. R. 1968. Conceptos fisiológicos en el rendimiento - de soya para grano. Traducido por Field Crops Abs----- tracts, Nueva York, (25) 275-C2.
- WEISS, G. M. y R. M. LEVERTON. 1968. Fuentes mundiales de pro teínas. In Orville, L. F. Agricultura Mundial. Trad. Ramón Palazón. México, Ed. Herrera. pp. 70-84.
- WHYTE, R. O., G. NILSON-LEISSNER, y H. C. TRUMBLE. 1968. Las leguminosas en la agricultura. O.N.U., F.A.O. Yugosla via. 405 p.
- WILSIE, C. P. 1966. Cultivos; Aclimatación y Distribución. - Trad. Manuel Serrano García. 491 p.
- WONG R., R. 1979. Comportamiento de las características agro- nómicas, índices fisiológicos y patrones de crecimiento de 50 genotipos de sorgo bajo el esquema riego-sequía. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- YAÑEZ J., P. 1977. Aborto de semillas de Phaseolus vulgaris - I. Morfología y ensayo con reguladores de crecimiento.

Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

A P E N D I C E

Cuadro 1.- Valor de la Tasa Relativa de Crecimiento de longitud total (cm/cm/día)

Fechas	Días	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Pinto Americano	Jamapa
17Sep-24Sep	10-17	.02	.03	.03
24Sep-29Sep	17-22	.03	.03	.03
29Sep-6 Oct	22-29	.04	.03	.01
6 Oct-13oct	29-36	.05	.05	.04
13oct-20oct	36-43	.08	.04	.07
20oct-28oct	43-51	.07	.02	.05
28oct-4 Nov	51-58	.02	.02	.03

Cuadro 2.- Valor de la Tasa Relativa de Crecimiento del número de nudos (nudos/nudos/día).

Fechas	Días	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Pinto Americano	Jamapa
17 Sep-24 Sep	10-17	.07	.09	.07
24 Sep-29 Sep	17-22	.05	.05	.06
29 Sep- 6 Oct	22-29	.05	.05	.03
6 Oct-13 Oct	29-36	.08	.07	.04
13 Oct-20 Oct	36-43	.07	.05	.09
20 Oct-28 Oct	43-51	.05	.02	.04
28 Oct- 4 Nov	51-58	.01	.01	.02

Cuadro 3.- Valor de la Tasa Relativa de Crecimiento del área foliar ( $\text{dm}^2/\text{dm}^2/\text{día}$ ).

Fechas	Días	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Pinto Americano	Jamapa
17 Sep-29 Sep	10-22	.09	.09	.11
29 Sep- 7 Oct	22-30	.05	.09	.02
7 Oct-17 Oct	30-40	.13	.07	.10
17 Oct-28 Oct	40-51	.06	.05	.08
28 Oct- 7 Nov	51-61	.04	-.04	-.02
7 Nov-19 Nov	61-73	-.03	-.01	.01

Cuadro 4.- Valor de la Tasa de Asimilación Neta ( $\text{gr}/\text{dm}^2/\text{día}$ )

Fechas	Días	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Pinto Americano	Jamapa
17 Sep-29 Sep	10-22	.047	.065	.061
29 Sep- 7 Oct	22-30	.031	.055	.007
7 Oct-17 Oct	30-40	.029	.081	.074
17 Oct-28 Oct	40-51	.052	.041	.05
28 Oct- 7 Nov	51-61	.047	.016	---
7 Nov-19 Nov	61-73	-.003	.127	.009

Cuadro 5.- Valor de la Tasa Relativa de Crecimiento del peso - seco total (gr/gr/día).

Fechas	Días	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Pinto Americano	Jamapa
17 Sep-29 Sep	10-22	.067	.074	.10
29 Sep- 7 Oct	22-30	.05	.072	.012
7 Oct-17 Oct	30-40	.083	.095	.118
17 Oct-28 Oct	40-51	.106	.045	.077
28 Oct- 7 Nov	51-61	.067	.015	---
7 Nov-19 Nov	61-73	-.012	.056	.013

Cuadro 6.- Coeficiente de Variación (%) de longitud total (método de lecturas)

Días después de la siembra	Genotipo		
	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Jamapa	Pinto Americano
10	12	20	19
12	11	19	20
15	10	18	15
17	11	19	11
19	03	20	17
22	12	16	17
25	11	14	14
27	21	16	19
30	20	16	19
34	38	20	27
37	53	23	52
39	73	35	54
41	83	42	65
44	92	66	77
46	100	78	75
52	140	105	82
59	140	118	92

Cuadro 7.- Coeficientes de Variación (%) de longitud total (método de muestreos).

Días después de la siembra	Genotipo		
	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Jamapa	Pinto Americano
10	8.6	13.0	19.2
22	34.7	17.2	12.0
30	18.5	26.6	27.9
40	20.5	32.2	21.7
51	29.4	47.5	31.3
61	44.4	49.3	24.1

Cuadro 8.- Coeficientes de Variación (%) del número de nudos -  
(método de lecturas)

Días después de la siembra	Genotipo		
	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Jamapa	Pinto Americano
10	0	0	0
12	22	22	19
15	22	19	19
17	15	16	13
19	11	20	12
22	12	20	10
25	11	18	19
27	18	15	28
30	15	46	31
34	34	63	64
37	29	92	81
39	60	95	97
41	77	110	112
44	95	111	118
46	104	115	128
52	120	118	152
59	130	120	118

Cuadro 9.- Coeficientes de Variación (%) del número de nudos -  
(método de muestreos).

Días después de la siembra	Genotipo		
	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Jamapa	Pinto Americano
10	0	0	17
22	14	11	14
30	18	25	13
40	13	27	21
51	16	30	19
61	30	21	14



Cuadro 10.- Coeficientes de Variación (%) del área foliar (método de muestreos).

Días después de la siembra	Genotipo		
	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Jamapa	Pinto Americano
10	32	24	22
22	29	42	24
30	53	39	40
40	39	83	32
51	40	28	11
61	67	37	35
73	60	51	56

Cuadro 11.- Coeficientes de Variación (%) del peso seco (método de muestreos).

Días después de la siembra	Genotipo		
	Del. 71 Sel. Ben. No. 4	Jamapa	Pinto Americano
10	26.3	21.23	21.74
22	42.55	54.56	53.9
30	58.9	36.2	37.8
40	40.6	33.6	26.81
51	41.41	26.4	25.16
61	44.34	40.42	18.7
73	78.0	52.0	55.74

FE DE ERRATAS

En la pág. 4, renglón 10, dice complejos auxiliares, debe decir complejos axilares.

En la pág. 7, renglón 10, dice vexiliar, debe decir vexilar.

En la pág. 26, renglón 5, dice una gradiente, debe decir un gradiente.

En la pág. 30, renglón 5, dice características Filopatológicas, debe decir características Fitopatológicas.

En la pág. 33, renglón 14, dice procedimiento, debe decir promedio.

En la pág. 53, pie de grabado, renglón 1, dice área funcional, debe decir área foliar funcional.

En la pág. 71, renglón 2, dice Zea Mayz L., debe decir Zea mays L.

En la pág. 94, renglón 1, dice WARLDAN, debe decir WARDLAW.

En la bibliografía falta la siguiente cita:

C.I.A.T. 1977. Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.)-  
Volúmen I. p. 29 Humphries, E.C. 1967. The effect of different --  
root temperatures on dry matter and carbohydrate changes in roo--  
ted leaves of Phaseolus spp. (Efecto de diversas temperaturas en--  
las raíces sobre la materia seca y sobre cambios en los carbohi--  
dratos en hojas enraizadas de Phaseolus spp.)

